



# Επιλογή Υλικών στο Μηχανολογικό Σχεδιασμό



**Διδάσκουσα: Ε. Καμούτση**

**email : [ekamoutsi@mie.uth.gr](mailto:ekamoutsi@mie.uth.gr)**

# Εισαγωγή

---

- **Μηχανολογικός Σχεδιασμός** (Engineering Design) : η διαδικασία μετατροπής μιας νέας ιδέας ή ανάγκης της αγοράς σε λεπτομερείς πληροφορίες από τις οποίες μπορεί να κατασκευασθεί ένα προϊόν.
- **Μηχανολογικός Σχεδιασμός και Υλικά**

Προδιαγραφές και απαιτήσεις προϊόντος  επιλογή κατάλληλου υλικού

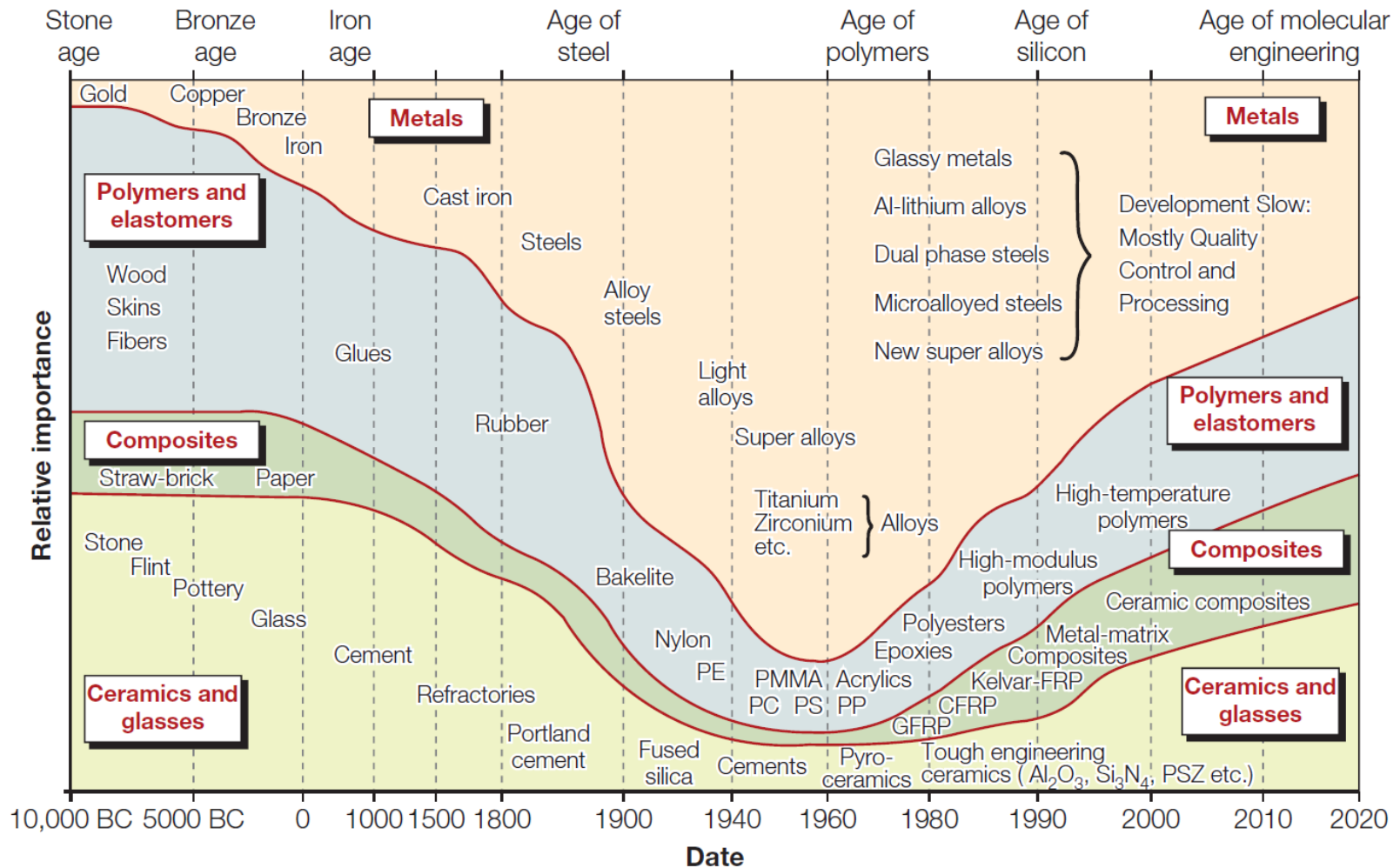
Εξέλιξη και ανάπτυξη νέων υλικών  δυνατότητα σχεδιασμού νέων προϊόντων ή βελτίωσης αυτών που ήδη υπάρχουν.

# Εισαγωγή

---

- Πληθυσμός διαθέσιμων τεχνολογικών υλικών : πάνω από 200,000
- Η διαρκής ανάπτυξη νέων υλικών μεγαλώνει τον ήδη τεράστιο αριθμό των διαθέσιμων υλικών  ανάγκη για συνεχή ενημέρωση στις εξελίξεις του τομέα των υλικών
- Υπάρχει κάποια μεθοδολογία για την ορθολογική επιλογή ενός υλικού σε κάποια συγκεκριμένη εφαρμογή ;
- **Επιλογή Υλικών στο Μηχανολογικό Σχεδιασμό**

# Η εξέλιξη των Υλικών



# Mechanical Engineering

---

**Metals,  
alloys**



**Polymers,  
elastomers**



**Ceramics,  
glasses**



**Hybrids,  
composites**



# Aerospace and motorsport

---

**Metals,  
alloys**



**Polymers,  
elastomers**



**Ceramics,  
glasses**



**Hybrids,  
composites**



# Civil Engineering and architecture

---

**Metals,  
alloys**



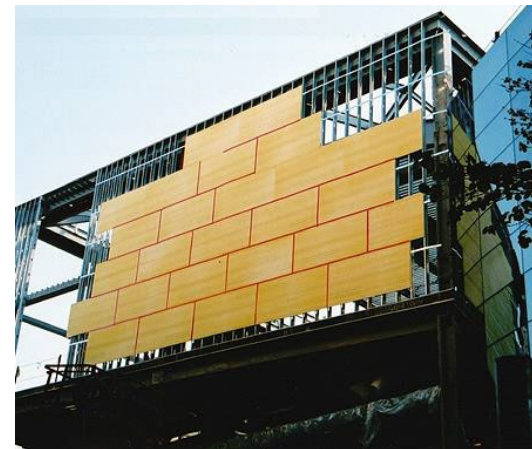
**Polymers,  
elastomers**



**Ceramics,  
glasses**



**Hybrids,  
composites**



# Bio - engineering

---

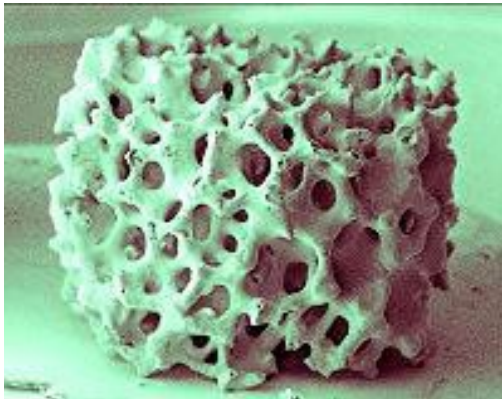
**Metals,  
alloys**



**Polymers,  
elastomers**



**Ceramics,  
glasses**



**Hybrids,  
composites**



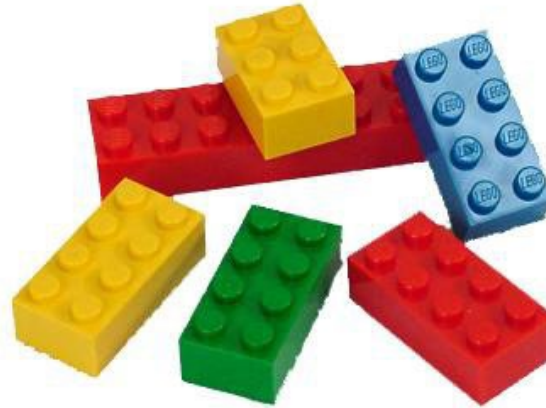
# Product and Industrial Design

---

Metals,  
alloys



Polymers,  
elastomers



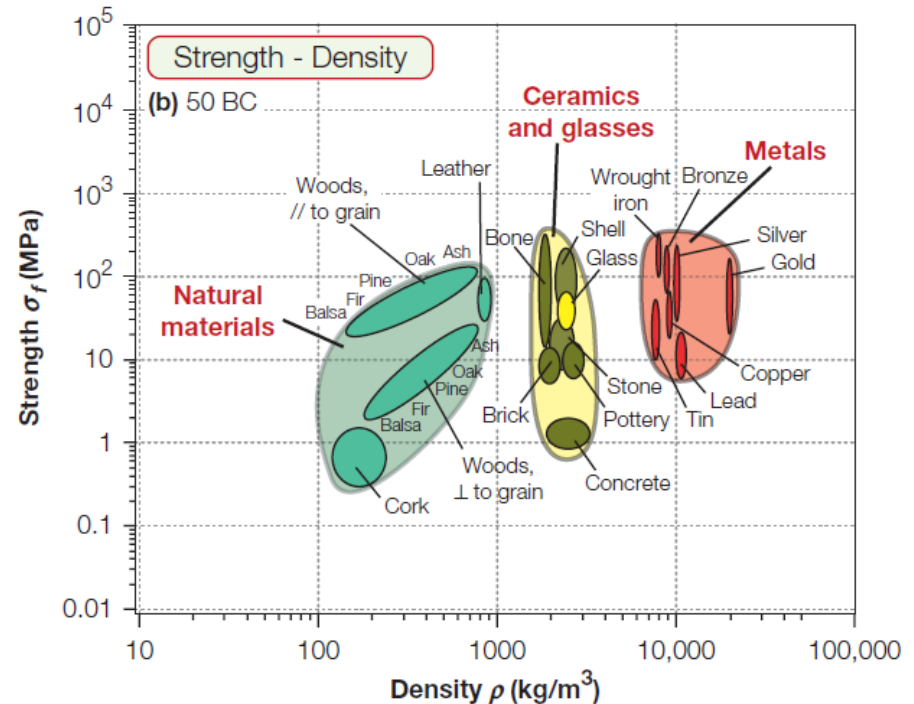
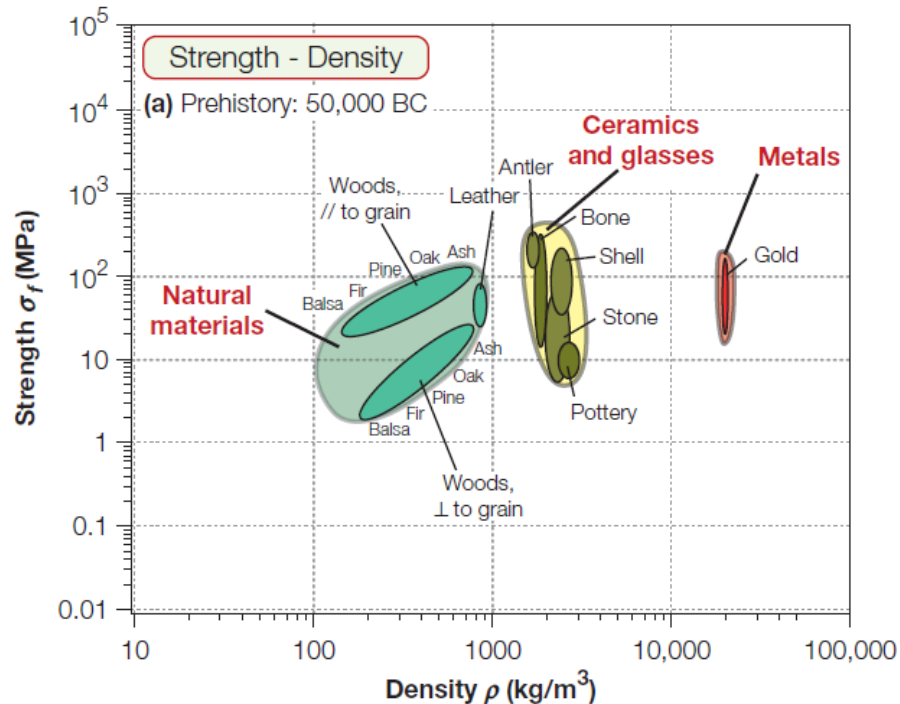
Ceramics,  
glasses



Hybrids,  
composites

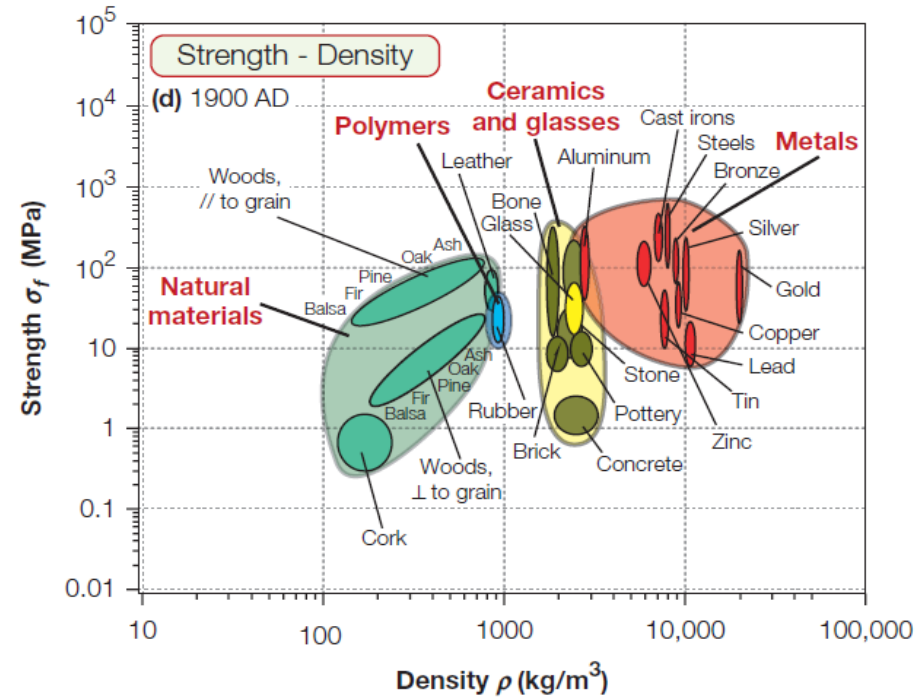
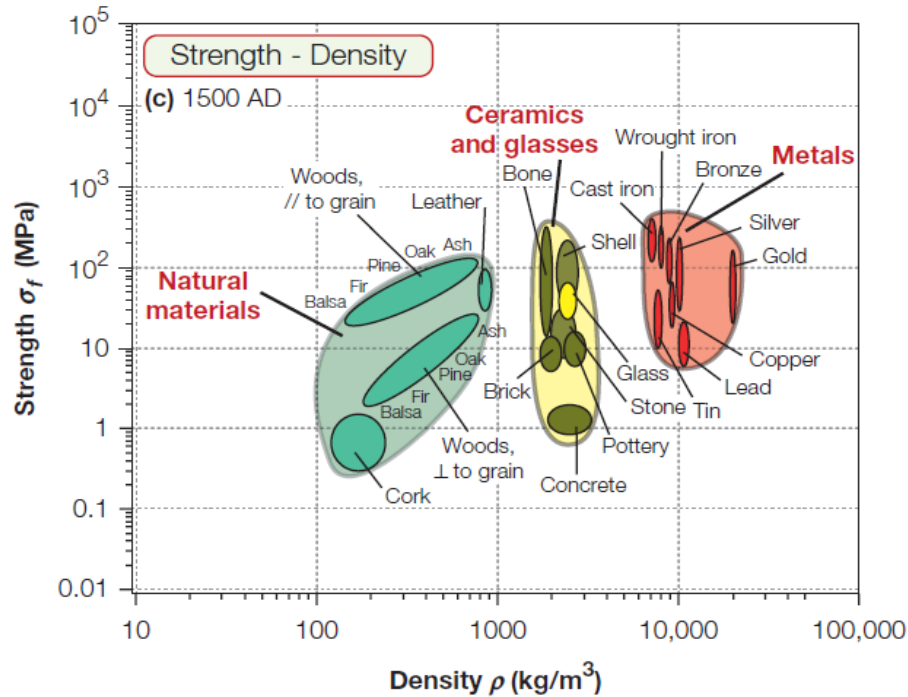


# Προοδευτική πλήρωση του χώρου υλικού-ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου 1



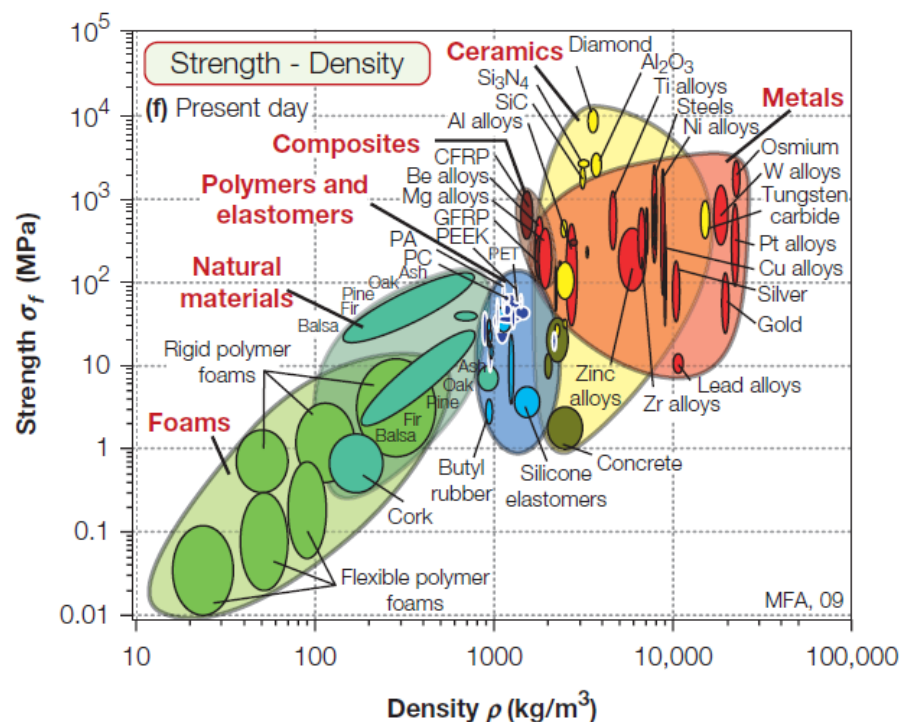
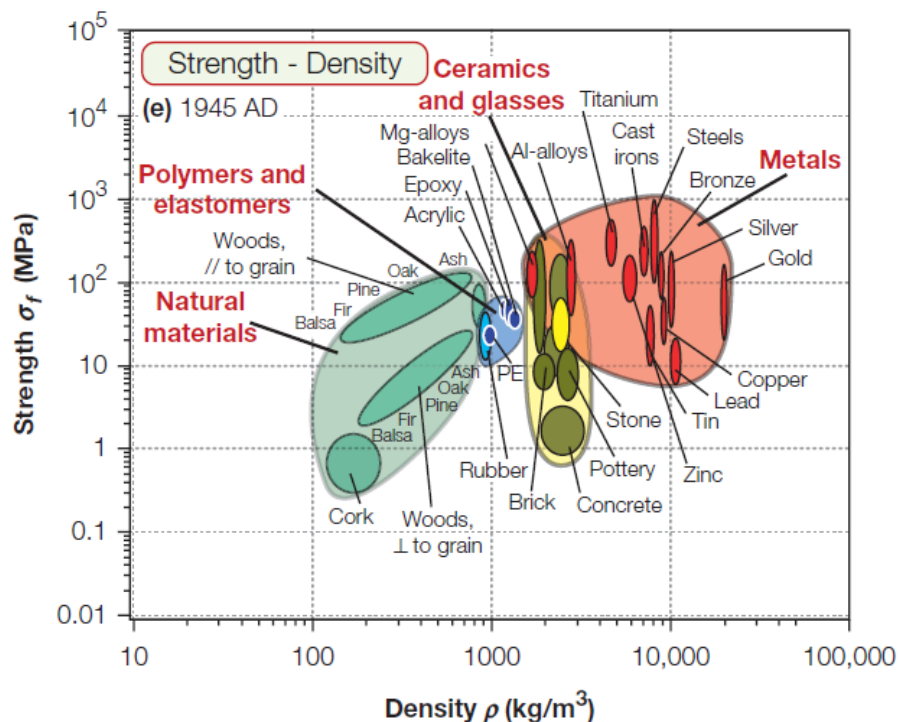
Η προοδευτική πλήρωση του χώρου υλικού-ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου (τα διαγράμματα παραθέτουν την ημερομηνία πάνω αριστερά) δείχνοντας τον τρόπο με τον οποίο τα υλικά έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου για να καλύψουν τις απαιτήσεις αντοχής και πυκνότητας. Παρόμοια χρονικά γραφήματα δείχνουν την προοδευτική πλήρωση για όλες τις ιδιότητες του υλικού.

# Προοδευτική πλήρωση του χώρου υλικού-ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου 2



Η προοδευτική πλήρωση του χώρου υλικού-ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου (τα διαγράμματα παραθέτουν την ημερομηνία πάνω αριστερά) δείχνοντας τον τρόπο με τον οποίο τα υλικά έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου για να καλύψουν τις απαιτήσεις αντοχής και πυκνότητας. Παρόμοια χρονικά γραφήματα δείχνουν την προοδευτική πλήρωση για όλες τις ιδιότητες του υλικού.

# Προοδευτική πλήρωση του χώρου υλικού-ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου 2



Η προοδευτική πλήρωση του χώρου υλικού-ιδιότητας με την πάροδο του χρόνου (τα διαγράμματα παραθέτουν την ημερομηνία πάνω αριστερά) δείχνοντας τον τρόπο με τον οποίο τα υλικά έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου για να καλύψουν τις απαιτήσεις αντοχής και πυκνότητας. Παρόμοια χρονικά γραφήματα δείχνουν την προοδευτική πλήρωση για όλες τις ιδιότητες του υλικού.

## Εξέλιξη βραστήρα

---



Βραστήρες: χυτοσίδηρος, χαλκός, πολυπροπυλένιο.

## Εξέλιξη βραστήρα ηλεκτρικής σκούπας

---



Ηλεκτρικές σκούπες: μια χειροκίνητη ηλεκτρική σκούπα από το 1880, η ηλεκτρική μηχανή κυλίνδρων Electrolux του 1960 και η φυγοκεντρική ηλεκτρική μηχανή Dyson του 2010.

## Εξέλιξη σωληνώσεων υδρευσης

---

### **Lead**



A dull, silver-gray color that is easily scratched with a coin.  
Use a magnet - strong magnets will *not* cling to lead pipes.

### **Galvanized**



A dull, silver-gray color. Use a magnet - strong magnets *will* typically cling to galvanized pipes.

### **Copper**



The color of a copper penny.

### **Plastic**



White, rigid pipe that is joined to water supply piping with a clamp.

# Αφθονία Υλικών

| Table 2.3 Abundance of Elements                                                                                                                                         |          |           |          |                          |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|--------------------------|----------|
| Crust                                                                                                                                                                   |          | Oceans    |          | Atmosphere               |          |
| Element                                                                                                                                                                 | Weight % | Element   | Weight % | Element                  | Weight % |
| Oxygen                                                                                                                                                                  | 47       | Oxygen    | 85       | Nitrogen                 | 79       |
| Silicon                                                                                                                                                                 | 27       | Hydrogen  | 10       | Oxygen                   | 19       |
| Aluminum                                                                                                                                                                | 8        | Chlorine  | 2        | Argon                    | 2        |
| Iron                                                                                                                                                                    | 5        | Sodium    | 1        | Carbon as carbon dioxide | 0.04     |
| Calcium                                                                                                                                                                 | 4        | Magnesium | 0.1      |                          |          |
| Sodium                                                                                                                                                                  | 3        | Sulphur   | 0.1      |                          |          |
| Potassium                                                                                                                                                               | 3        | Calcium   | 0.04     |                          |          |
| Magnesium                                                                                                                                                               | 2        | Potassium | 0.04     |                          |          |
| Titanium                                                                                                                                                                | 0.4      | Bromine   | 0.007    |                          |          |
| Hydrogen                                                                                                                                                                | 0.1      | Carbon    | 0.002    |                          |          |
| Phosphorus                                                                                                                                                              | 0.1      |           |          |                          |          |
| Manganese                                                                                                                                                               | 0.1      |           |          |                          |          |
| Fluorine                                                                                                                                                                | 0.06     |           |          |                          |          |
| Barium                                                                                                                                                                  | 0.04     |           |          |                          |          |
| Strontium                                                                                                                                                               | 0.04     |           |          |                          |          |
| Sulphur                                                                                                                                                                 | 0.03     |           |          |                          |          |
| Carbon                                                                                                                                                                  | 0.02     |           |          |                          |          |
| Note: The total mass of the crust to a depth of 1 km is $3 \times 10^{21}$ kg; the mass of the oceans is $10^{20}$ kg; that of the atmosphere is $5 \times 10^{18}$ kg. |          |           |          |                          |          |

**Table 2.4** Approximate Energy Content of Materials ( $\text{GJ ton}^{-1}$ )

| Material | Energy             |
|----------|--------------------|
| Aluminum | 280                |
| Plastics | 85–180             |
| Copper   | 140, rising to 300 |
| Zinc     | 68                 |
| Steel    | 55                 |
| Glass    | 20                 |
| Cement   | 7                  |
| Brick    | 4                  |
| Timber   | 2.5–7              |
| Gravel   | 0.2                |
| Oil      | 44                 |
| Coal     | 29                 |

**Table 2.1** Approximate Relative Price per Ton (mild steel = 100)

| Material                                               | Relative price |
|--------------------------------------------------------|----------------|
| Platinum                                               | 12 m           |
| Diamonds, industrial                                   | 10 m           |
| Gold                                                   | 9.6 m          |
| Silver                                                 | 290,000        |
| CFRP (materials 70% of cost; fabrication 30% of cost)  | 20,000         |
| Cobalt/tungsten carbide cermets                        | 15,000         |
| Tungsten                                               | 5000           |
| Cobalt alloys                                          | 7000           |
| Titanium alloys                                        | 2000           |
| Nickel alloys                                          | 6000           |
| Polyimides                                             | 8000           |
| Silicon carbide (fine ceramic)                         | 7000           |
| Magnesium alloys                                       | 1000           |
| Nylon 66                                               | 1500           |
| Polycarbonate                                          | 1000           |
| PMMA                                                   | 700            |
| Magnesia, MgO (fine ceramic)                           | 3000           |
| Alumina, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (fine ceramic) | 3000           |
| Tool steel                                             | 500            |
| GFRP (materials 60% of cost; fabrication 40% of cost)  | 1000           |
| Stainless steels                                       | 600            |
| Copper, worked (sheets, tubes, bars)                   | 2000           |
| Copper, ingots                                         | 2000           |
| Aluminum alloys, worked (sheet, bars)                  | 650            |
| Aluminum ingots                                        | 550            |
| Brass, worked (sheet, tubes, bars)                     | 2000           |
| Brass, ingots                                          | 2000           |
| Epoxy                                                  | 1000           |
| Polyester                                              | 500            |
| Glass                                                  | 400            |
| Foamed polymers                                        | 1000           |
| Zinc, worked (sheet, tubes, bars)                      | 550            |
| Zinc, ingots                                           | 450            |
| Lead, worked (bars, sheet, tube)                       | 650            |
| Lead, ingots                                           | 550            |
| Natural rubber                                         | 300            |
| Polypropylene                                          | 200            |
| Polyethylene, high density                             | 200            |
| Polystyrene                                            | 250            |
| Hard woods                                             | 250            |
| Polyethylene, low density                              | 200            |



---

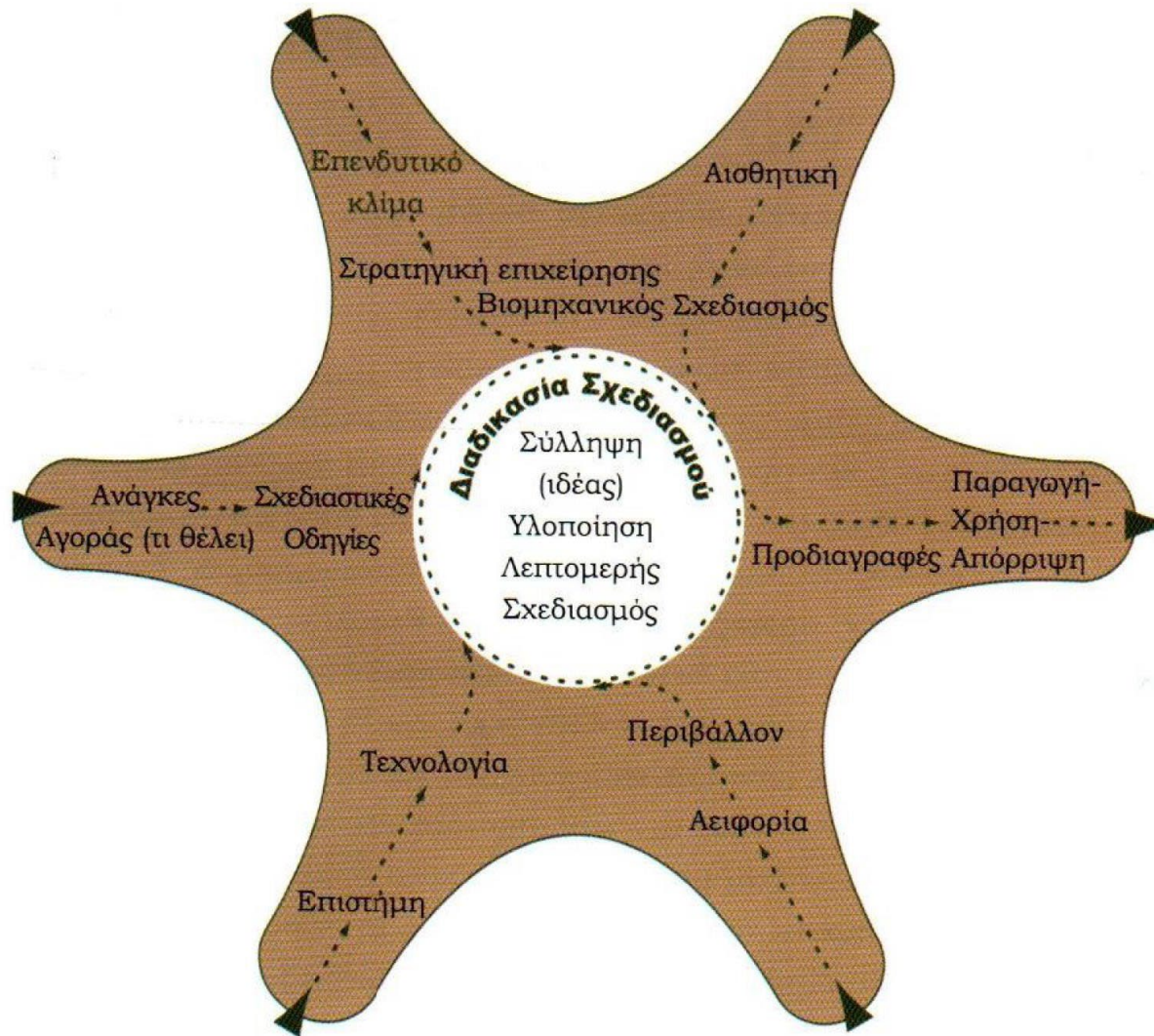
## **Σχεδιασμός**

# Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---

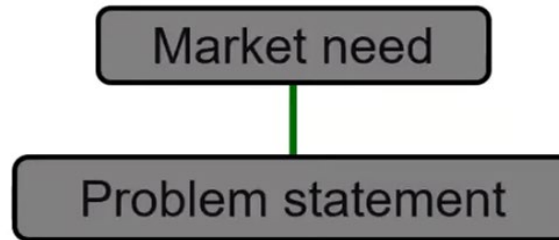
- Για να πετύχει στην αγορά ένα προϊόν πρέπει
  - Να λειτουργεί καλά
  - Να είναι εύχρηστο και βολικό
  - Να διαθέτει ξεχωριστά χαρακτηριστικά που να ικανοποιούν την αγορά
- Αυτά τα ξεχωριστά χαρακτηριστικά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το *«βιομηχανικό σχεδιασμό»*.
- Όταν πολλά τεχνικά ισοδύναμα προϊόντα ανταγωνίζονται για ένα μερίδιο της αγοράς, τελικά το μερίδιο της αγοράς κερδίζεται (ή χάνεται) εξαιτίας της οπτικής και απτικής έλξης του προϊόντος.

# Παράγοντες που επηρεάζουν τη Διαδικασία Σχεδιασμού



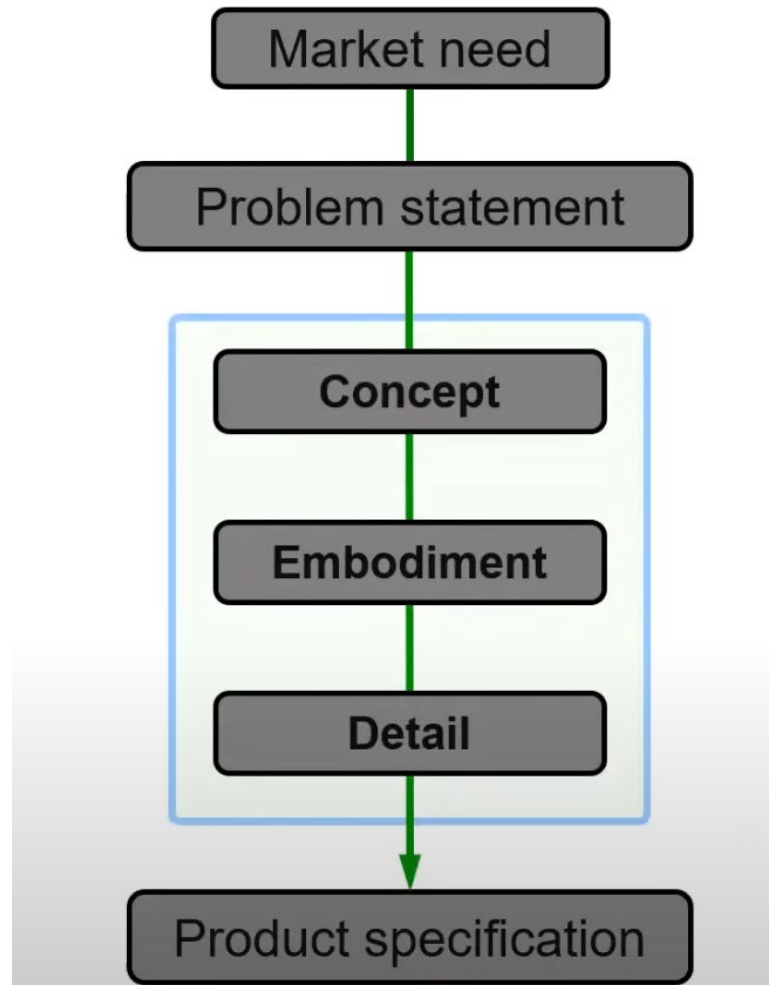
## Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---



## Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---



## Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

### *Material data needs*

#### *Data for **material family***

*(metals, ceramics, polymers..)*

#### *Data for **material class***

*(Steel, Al-alloy, Ni-alloy.....)*

#### *Data for **single material***

*(Al-2040, Al-6061, Al-7075.....)*



Market need

Problem statement

Concept

Embodiment

Detail

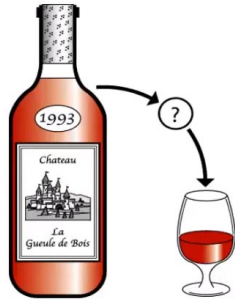
Product specification



# Ανάγκη-Ιδέα-Υλοποίηση

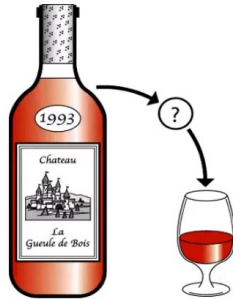
---

Need

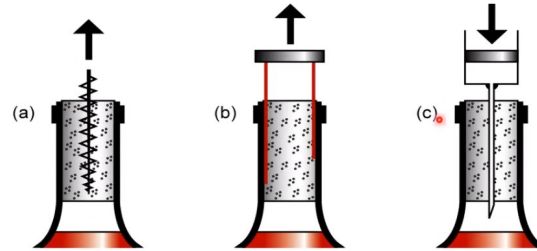


# Ανάγκη-Ιδέα-Υλοποίηση

Need

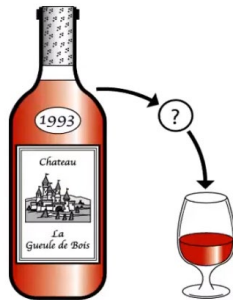


Concepts

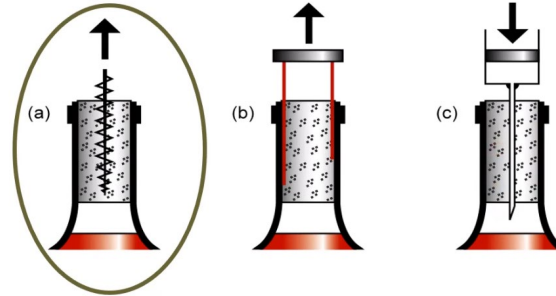


# Ανάγκη-Ιδέα-Υλοποίηση

Need

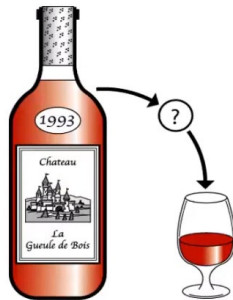


Concepts

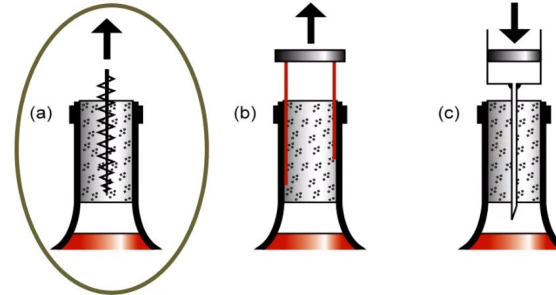


# Ανάγκη-Ιδέα-Υλοποίηση

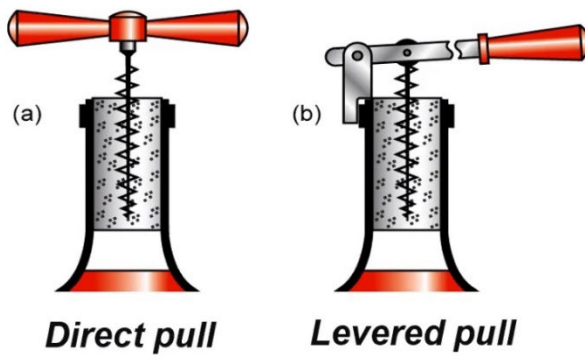
## Need



## Concepts

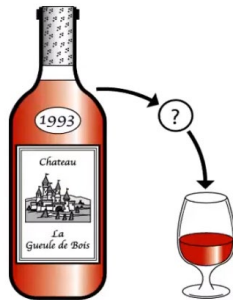


## Embodiments

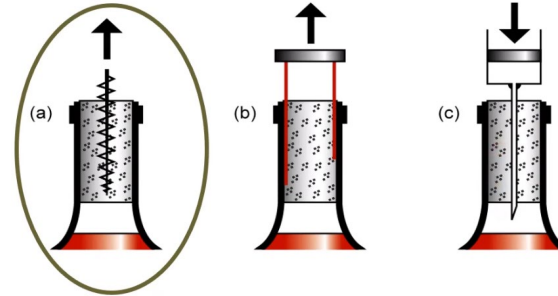


# Ανάγκη-Ιδέα-Υλοποίηση

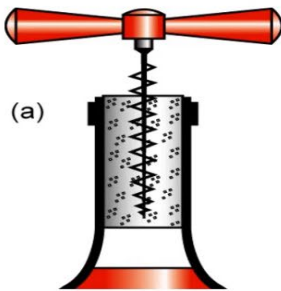
## Need



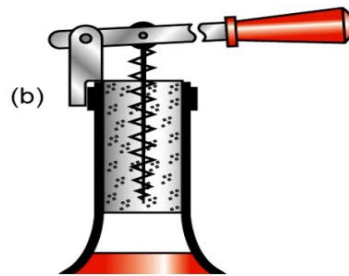
## Concepts



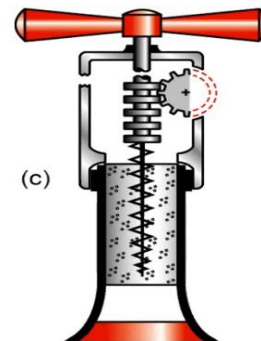
## Embodiments



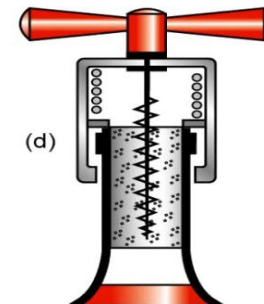
*Direct pull*



*Levered pull*



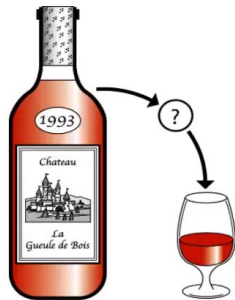
*Geared pull*



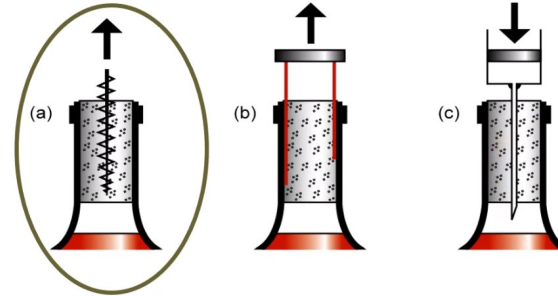
*Spring-assisted pull*

# Ανάγκη-Ιδέα-Υλοποίηση

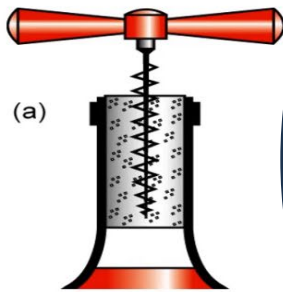
## Need



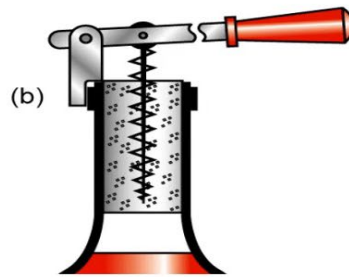
## Concepts



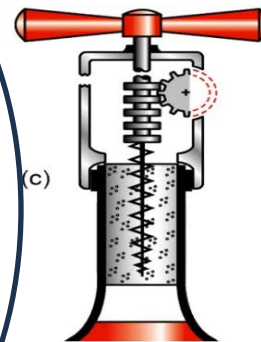
## Embodiments



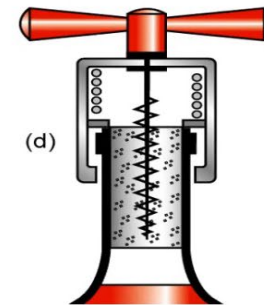
*Direct pull*



*Levered pull*



*Geared pull*

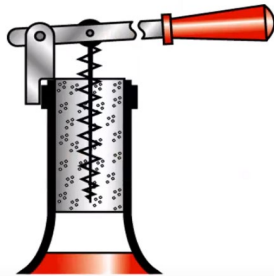


*Spring-assisted pull*

# Υλοποίηση-Λεπτομέρειες

---

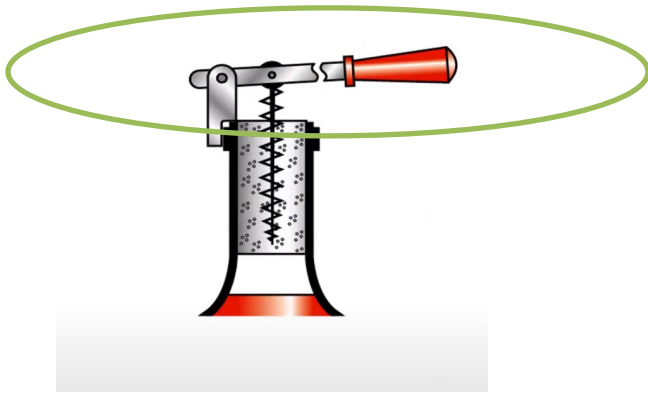
Embodiment



# Υλοποίηση-Λεπτομέρειες

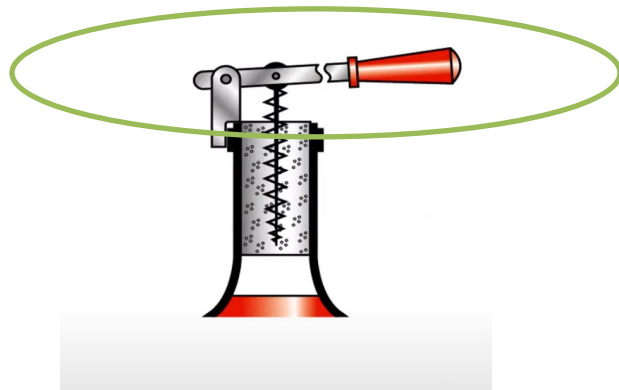
---

Embodiment

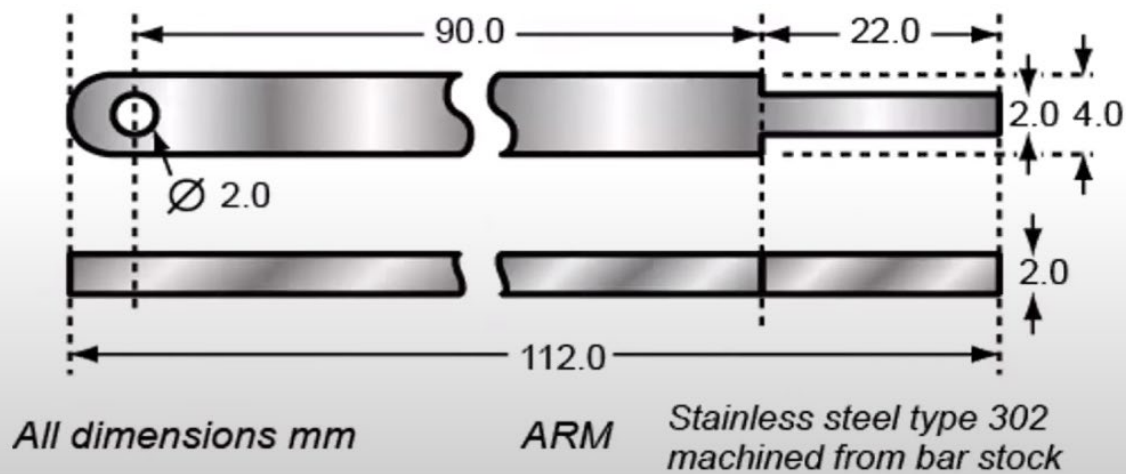
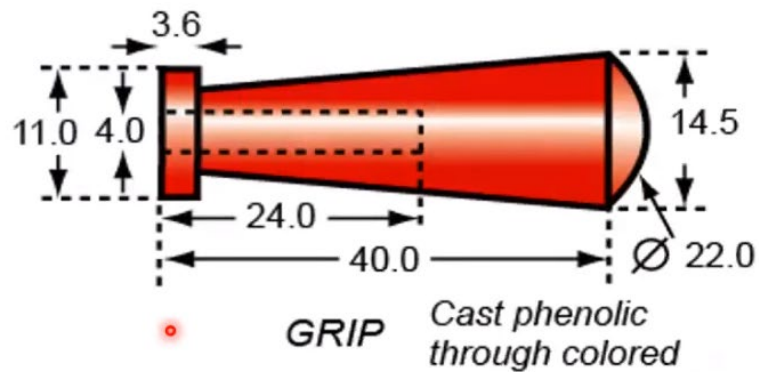


# Υλοποίηση-Λεπτομέρειες

Embodiment

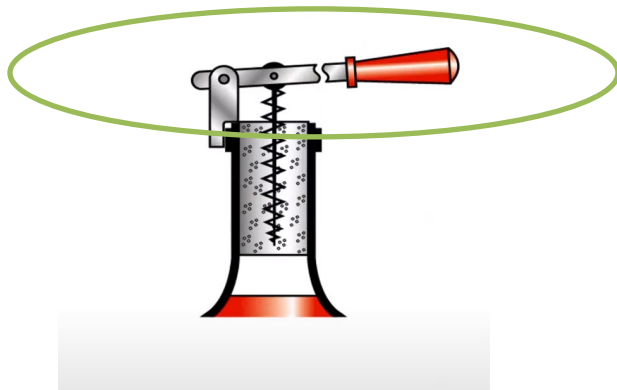


Detail

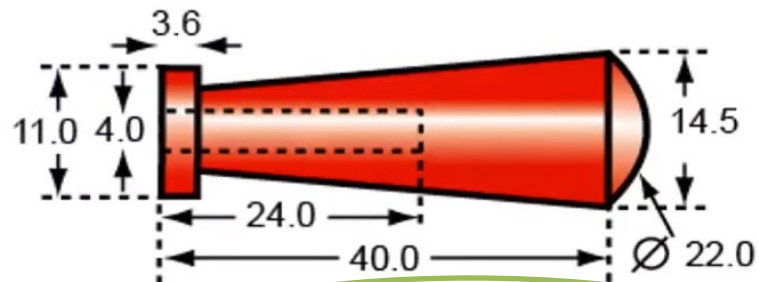


# Υλοποίηση-Λεπτομέρειες

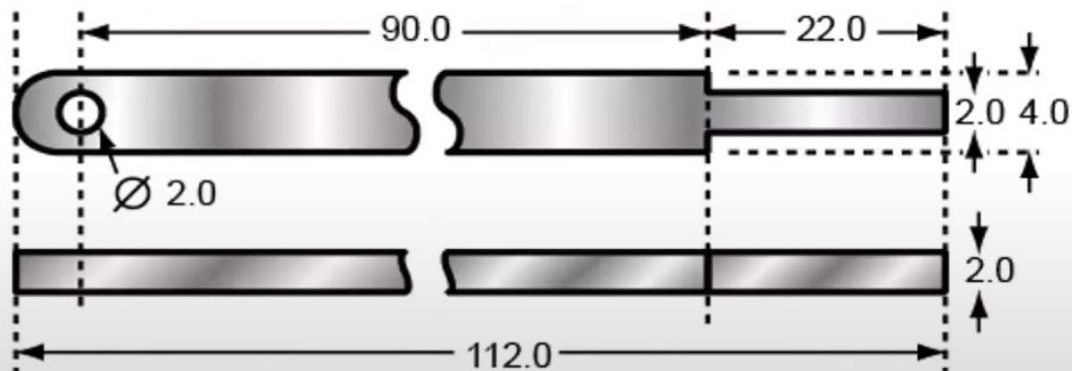
Embodiment



Detail



**GRIP** Cast phenolic through colored



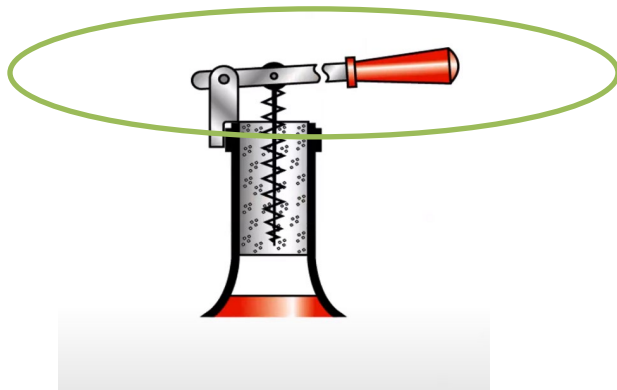
All dimensions mm

ARM

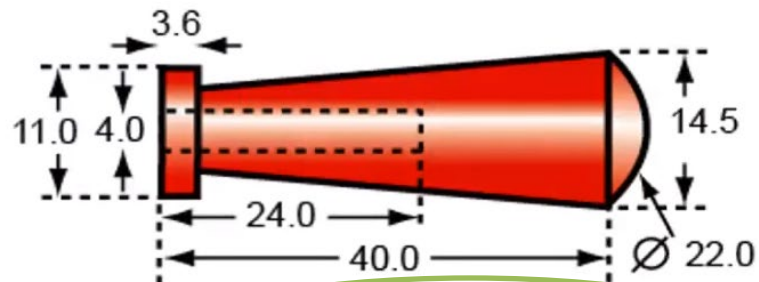
Stainless steel type 302  
machined from bar stock

# Υλοποίηση-Λεπτομέρειες

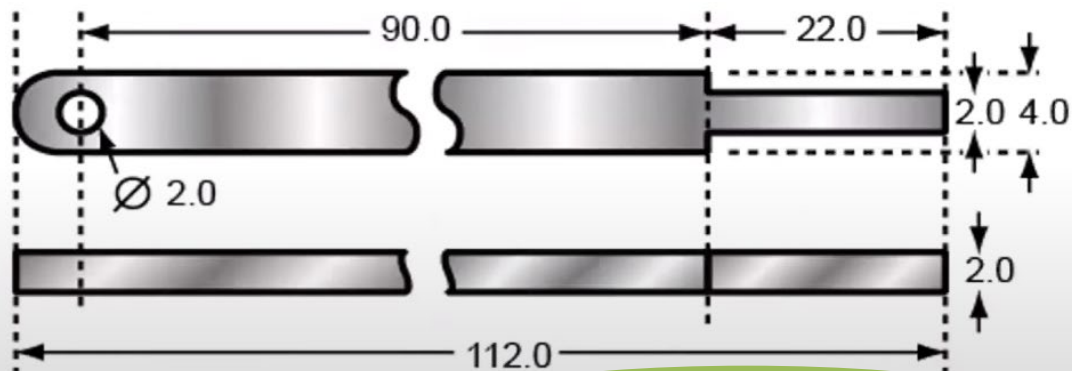
Embodiment



Detail



**GRIP** Cast phenolic through colored

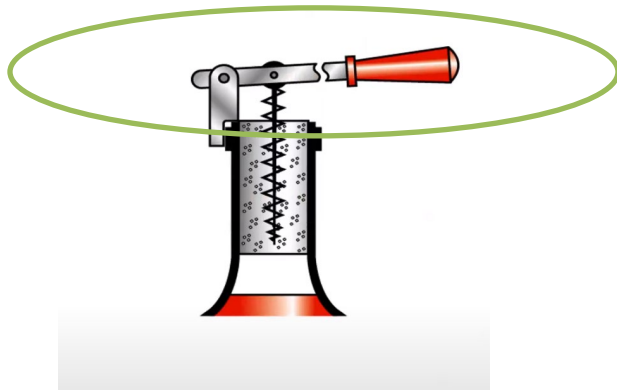


All dimensions mm

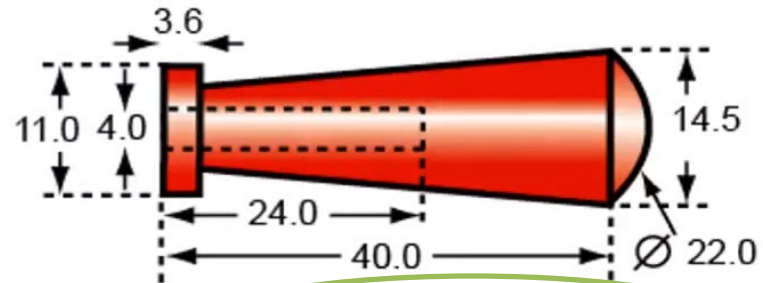
**ARM** Stainless steel type 302 machined from bar stock

# Υλοποίηση-Λεπτομέρειες

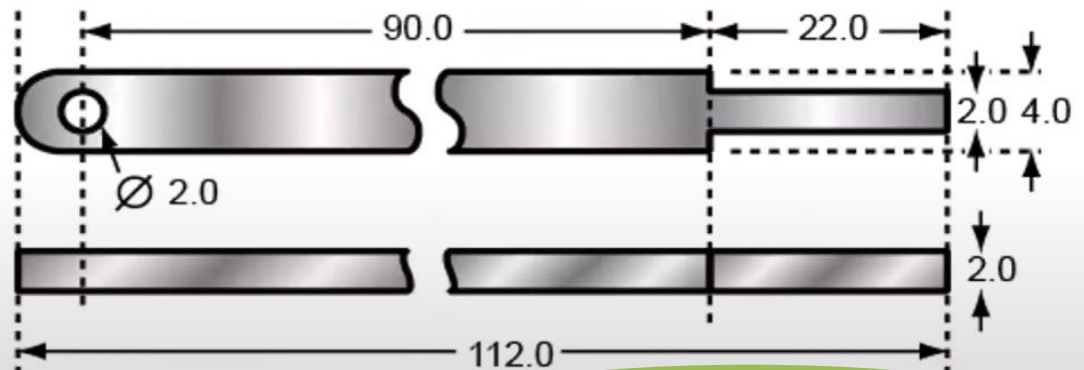
Embodiment



Detail



**GRIP** Cast phenolic through colored



All dimensions mm

**ARM** Stainless steel type 302 machined from bar stock

How are these choices made?

## Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών

---



# Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών

---

**Design requirements:**

*expressed as*

**Constraints and**

**Objectives**



**Able to be molded**

**Water and UV resistant**

**Stiff enough**

**Strong enough**

*As cheap as possible*

*(As light as possible)*



# Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών

Design requirements:

*expressed as*

**Constraints** and

**Objectives**

Able to be molded

Water and UV resistant

Stiff enough

Strong enough

*As cheap as possible*

*(As light as possible)*



# Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών

## Design requirements:

*expressed as*

**Constraints and**

**Objectives**



Able to be molded

Water and UV resistant

Stiff enough

Strong enough

*As cheap as possible*

*(As light as possible)*



# Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών

**Design requirements:**  
*expressed as*  
**Constraints and**  
**Objectives**



Able to be molded  
Water and UV resistant  
Stiff enough  
Strong enough

**As cheap as possible**  
**(As light as possible)**

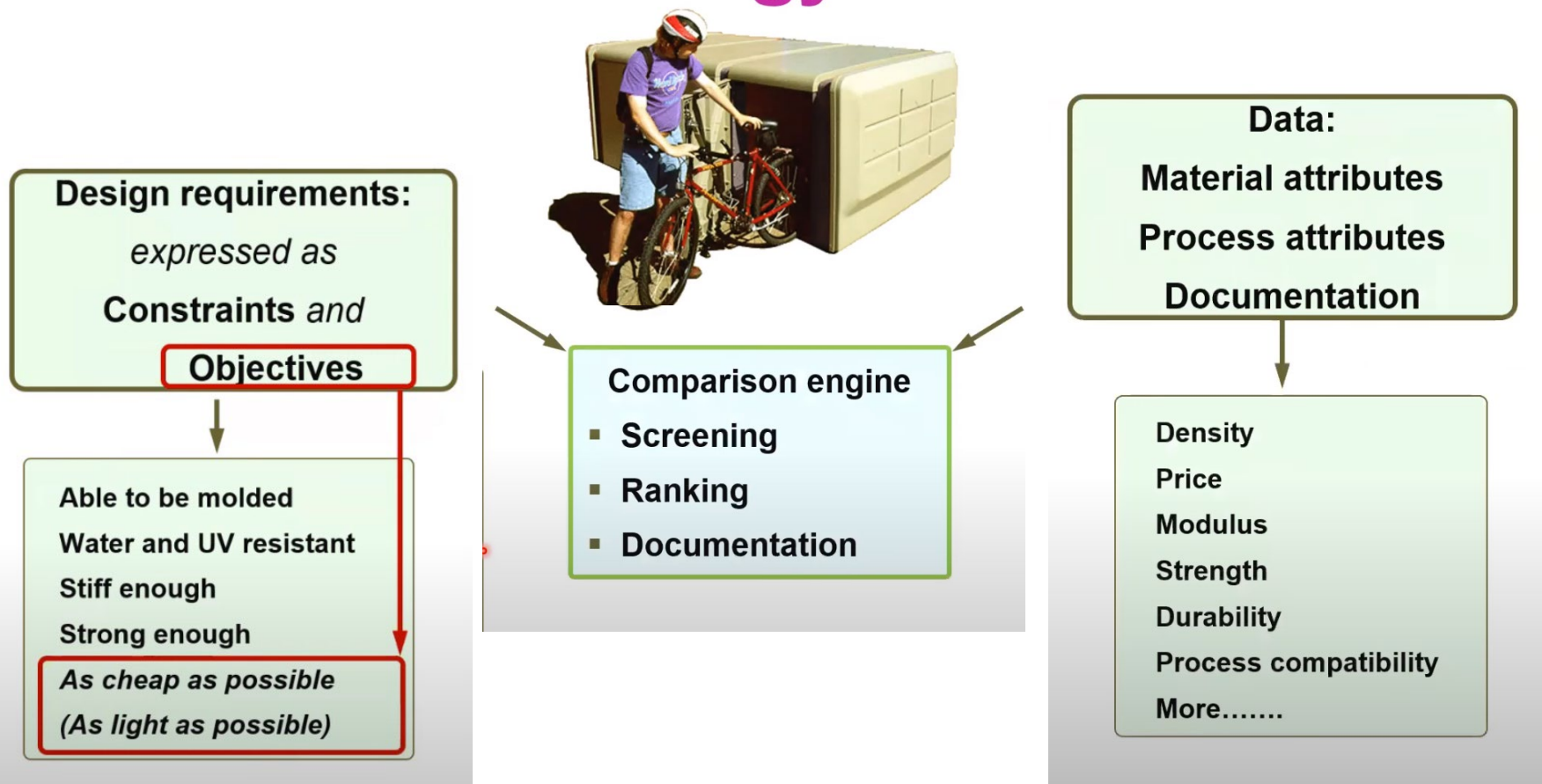


**Data:**  
**Material attributes**  
**Process attributes**  
**Documentation**

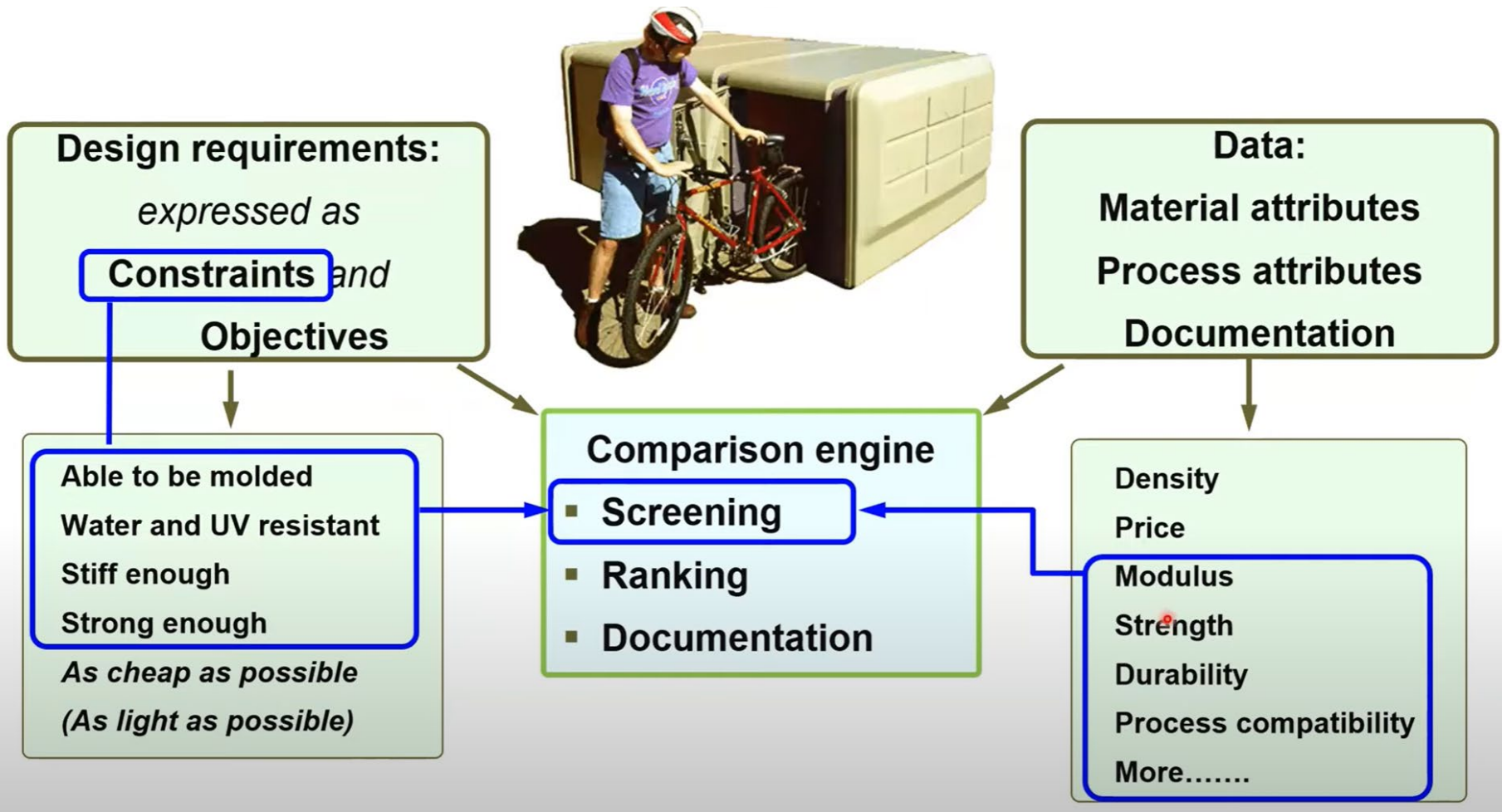


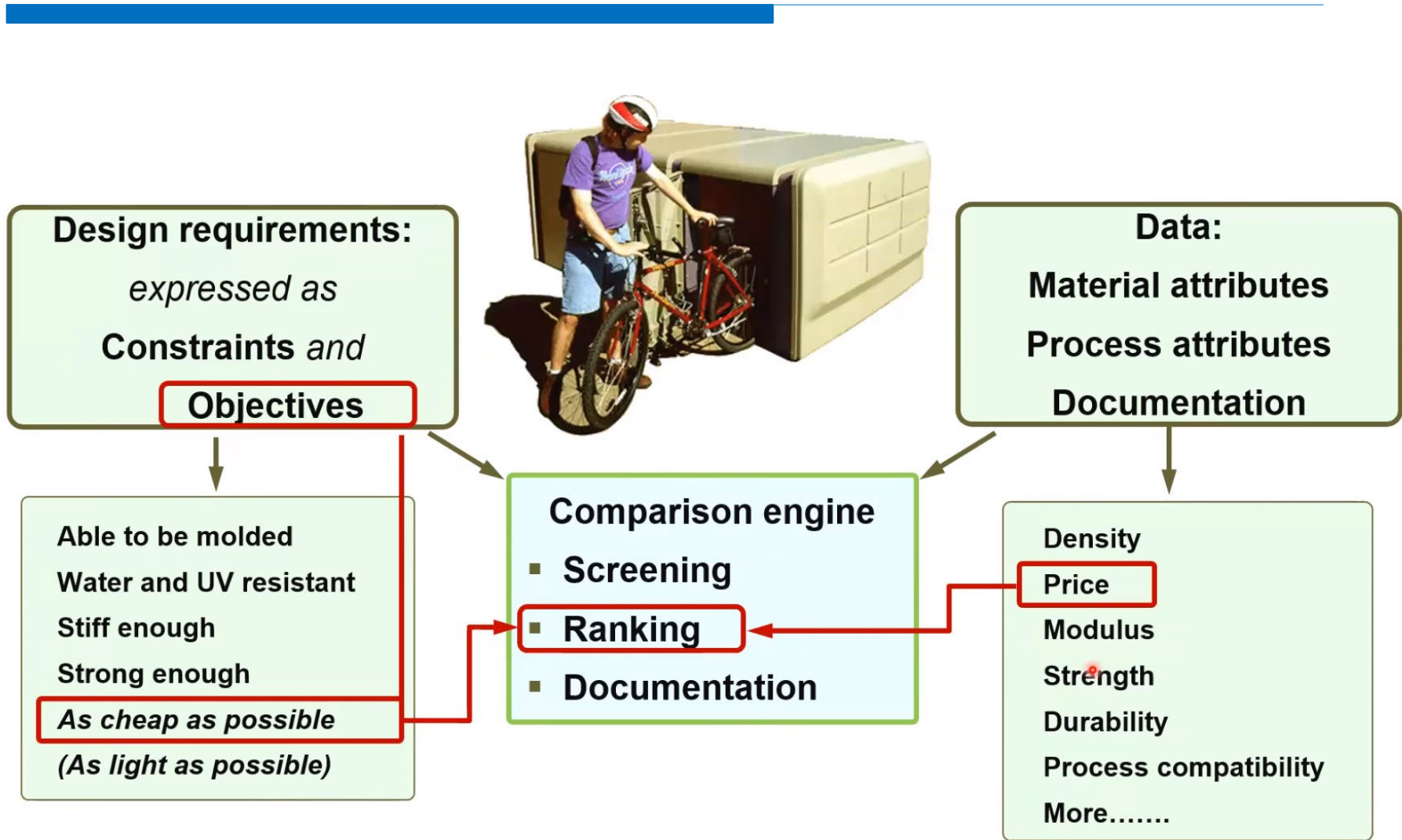
Density  
Price  
Modulus  
Strength  
Durability  
Process compatibility  
More.....

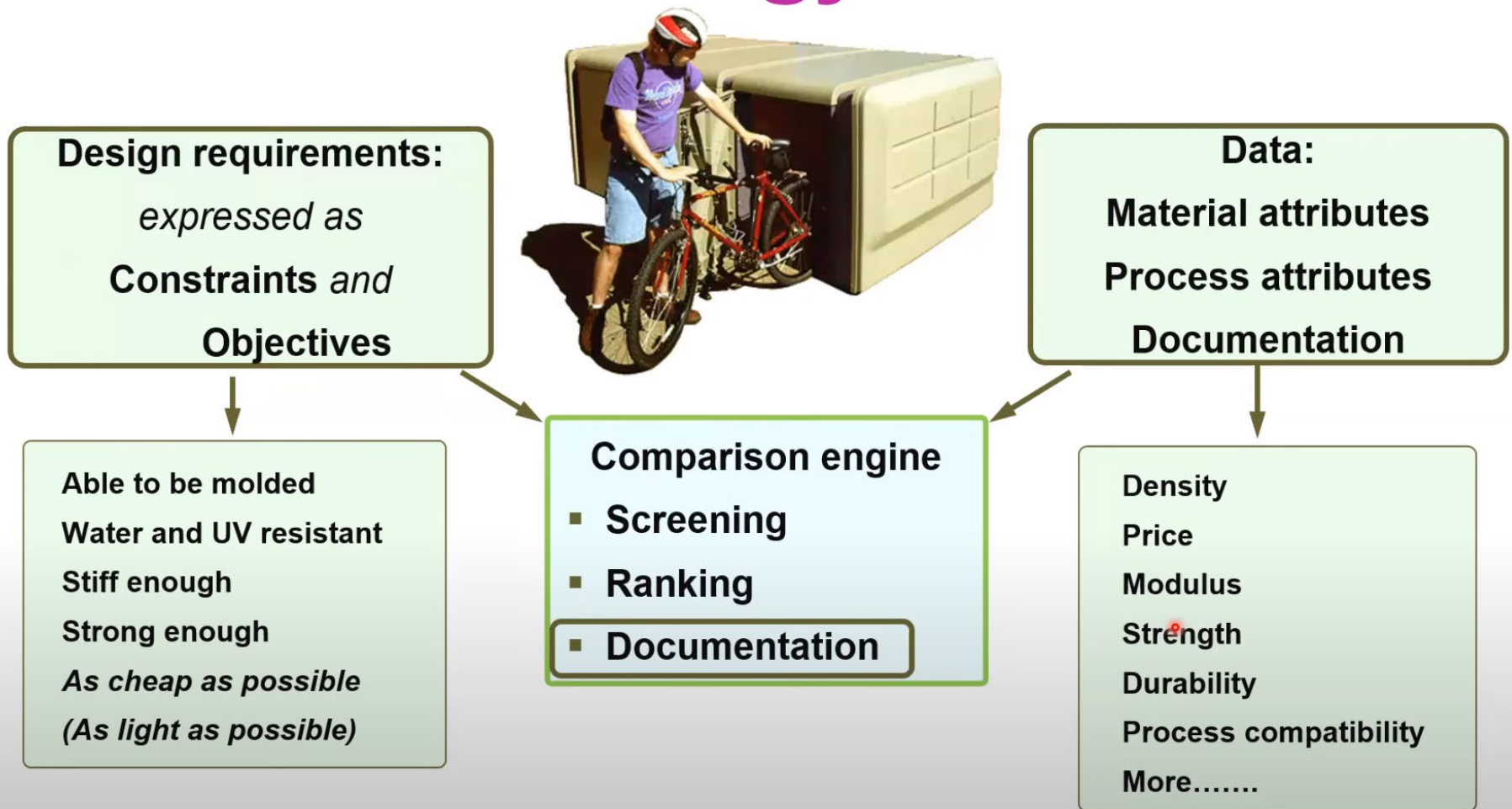
# Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών

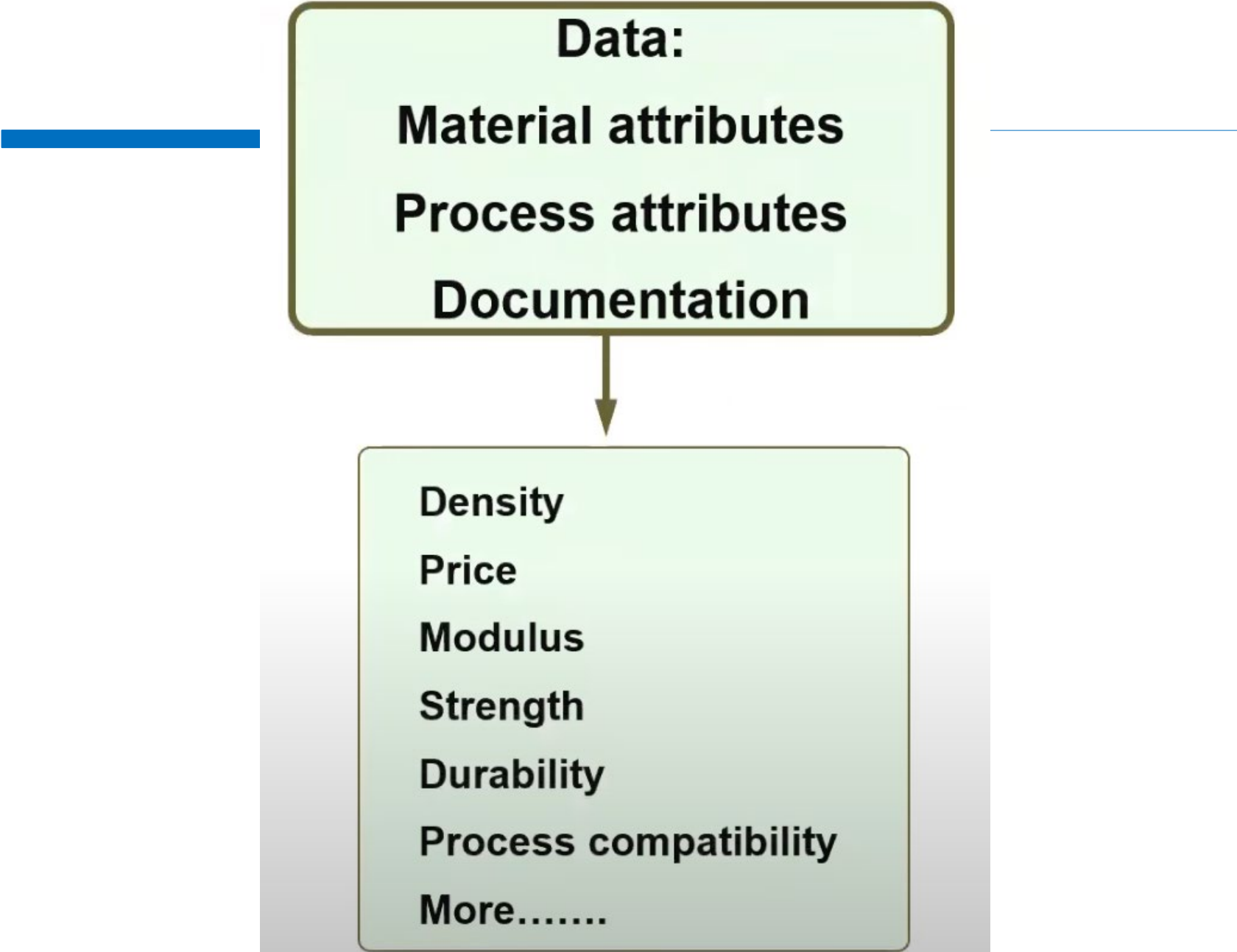


## Η Διαδικασία Επιλογής των Υλικών









## **Data:**

**Material attributes**

**Process attributes**

**Documentation**



**Density**

**Price**

**Modulus**

**Strength**

**Durability**

**Process compatibility**

**More.....**

# Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---

- Μηχανολογικός Σχεδιασμός (Engineering Design)
  - Φυσικές αρχές μηχανικών και θερμικών συστημάτων
  - Σωστή και βέλτιστη λειτουργία των συστημάτων αυτών
  - Μέθοδοι παραγωγής
- Βιομηχανικός Σχεδιασμός (Industrial Design)
  - Μορφή προϊόντος
  - Χρώμα και υφή
  - « Ελκυστικότητα προς τον καταναλωτή »
- Τεχνικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος:
  - Μηχανική και θερμική απόδοση
  - Κόστος
  - Αντοχή

# Κατηγορίες Μηχανολογικού Σχεδιασμού

---

- Σχεδιασμός πρωτοτύπου (Original Design): Βασίζεται στην ανάπτυξη μίας εντελώς νέας ιδέας (καινοτομία).
- Σχεδιασμός προσαρμογής (Adaptive Design): Βασίζεται στην εξέλιξη και βελτίωση ενός ήδη υπάρχοντος προϊόντος.
- Σχεδιασμός παραλλαγής (Variant Design): Βασίζεται στην αλλαγή εξωτερικών χαρακτηριστικών ενός προϊόντος, όπως σχήμα, μέγεθος κ.α. χωρίς όμως αλλαγή της αρχής λειτουργίας του

# Κατηγορίες Μηχανολογικού Σχεδιασμού

---

## Σχεδιασμός πρωτοτύπου (Original Design):

- Βασίζεται στην εκμετάλλευση κάποιας καινούργιας ιδέας ή αρχής λειτουργίας.
- Η ανάπτυξη νέων υλικών, που προσφέρουν μοναδικούς συνδυασμούς ιδιοτήτων, ευνοεί τον πρωτότυπο σχεδιασμό.

## Παραδείγματα

- Πυρίτιο υψηλής καθαρότητας -> ανάπτυξη κρυσταλλολυχνίας (transistor)
- Γυαλί υψηλής καθαρότητας -> ανάπτυξη της οπτικής ίνας (optical fibre)
- Υπερκράματα νικελίου (αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες)->ανάπτυξη αεροστροβίλων
- Εξέλιξης της τεχνολογίας -> Νέα υλικά & Προϊόντα

## Παραδείγματα

- Πυρηνική Τεχνολογία -> ανάπτυξη νέων μεταλλικών κραμάτων,  
->ώθηση στην ανάπτυξη σύνθετων υλικών

# Κατηγορίες Μηχανολογικού Σχεδιασμού

---

## Σχεδιασμός προσαρμογής (Adaptive Design):

- Προσπάθεια αύξησης της απόδοσης ενός προϊόντος, μέσω βελτίωσης της αρχής λειτουργίας του.
- Συχνά αυτό γίνεται εφικτό με την ανάπτυξη νέων υλικών.

## Παραδείγματα

- Αντικατάσταση των μετάλλων με πολυμερή στις ηλεκτρικές σκούπες
- Αντικατάσταση του ξύλου από ανθρακονήματα σε αξεσουάρ αθλητισμού
- Πολύ συχνά αγορές κερδίζονται (ή χάνονται), λόγω του τρόπου με τον οποίο ο κατασκευαστής εκμεταλλεύεται (ή αγνοεί) νέα υλικά για την κατασκευή των προϊόντων του

# Κατηγορίες Μηχανολογικού Σχεδιασμού

---

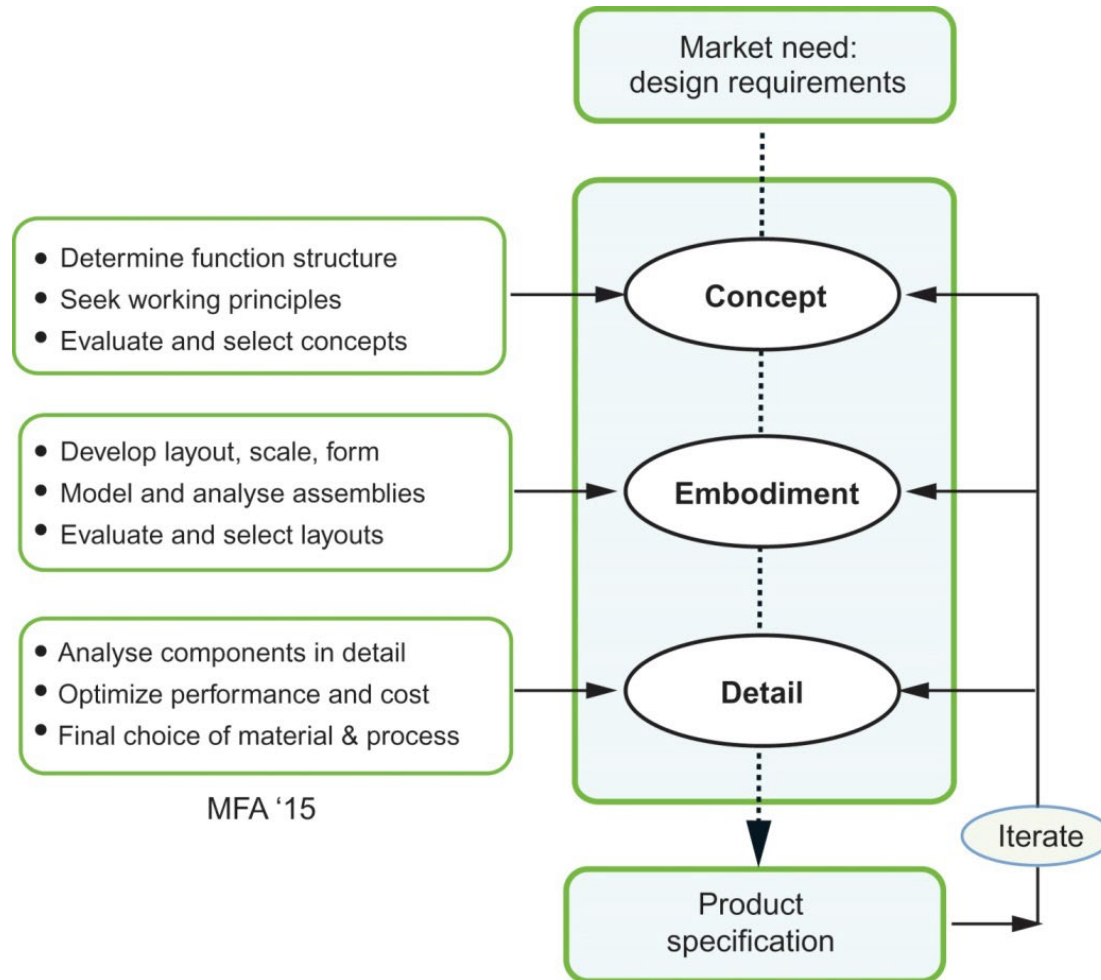
## Σχεδιασμός παραλλαγής (Variant Design):

- Αφορά την αλλαγή κλίμακας (scale up) ή διαστάσεων ή λεπτομερειών του προϊόντος χωρίς όμως να επηρεάζει την αρχή λειτουργίας του προϊόντος.
- Η αλλαγή αυτή προϋποθέτει και τη χρησιμοποίηση διαφορετικού υλικού.

## Παραδείγματα

- Πραγματικό αεροπλάνο -> κατασκευάζεται από κράματα αλουμινίου
- Μοντέλο αεροπλάνου (για δοκιμές σε αεροσήραγγες) -> κατασκευάζεται από ξύλο

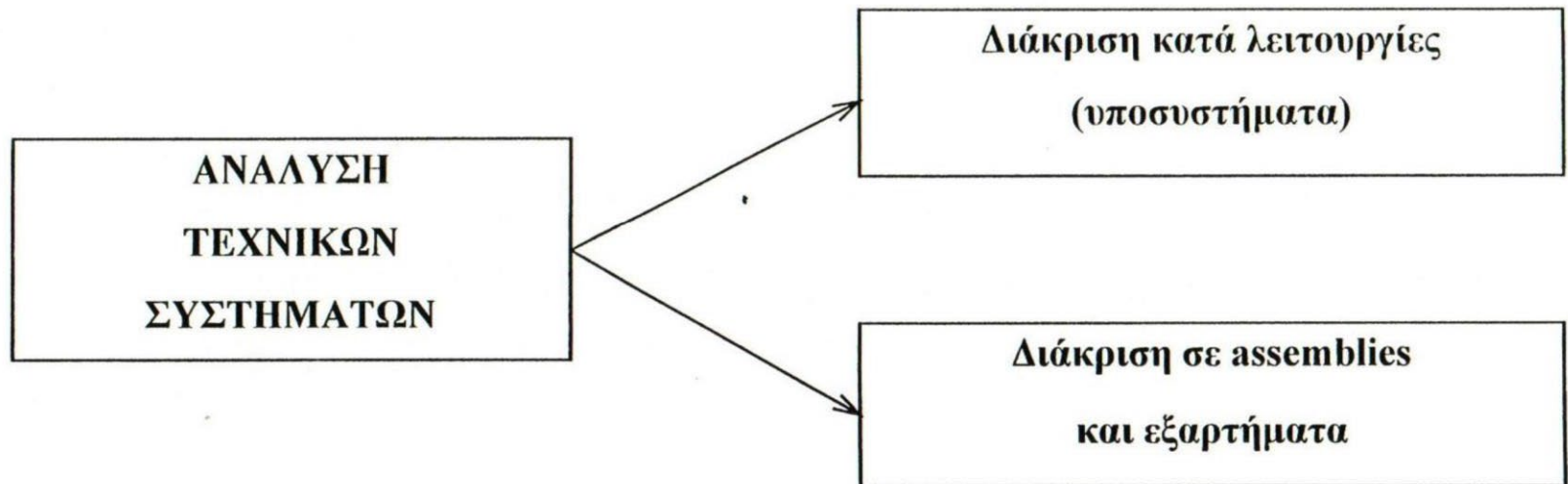
# Διάγραμμα ροής σχεδιασμού.



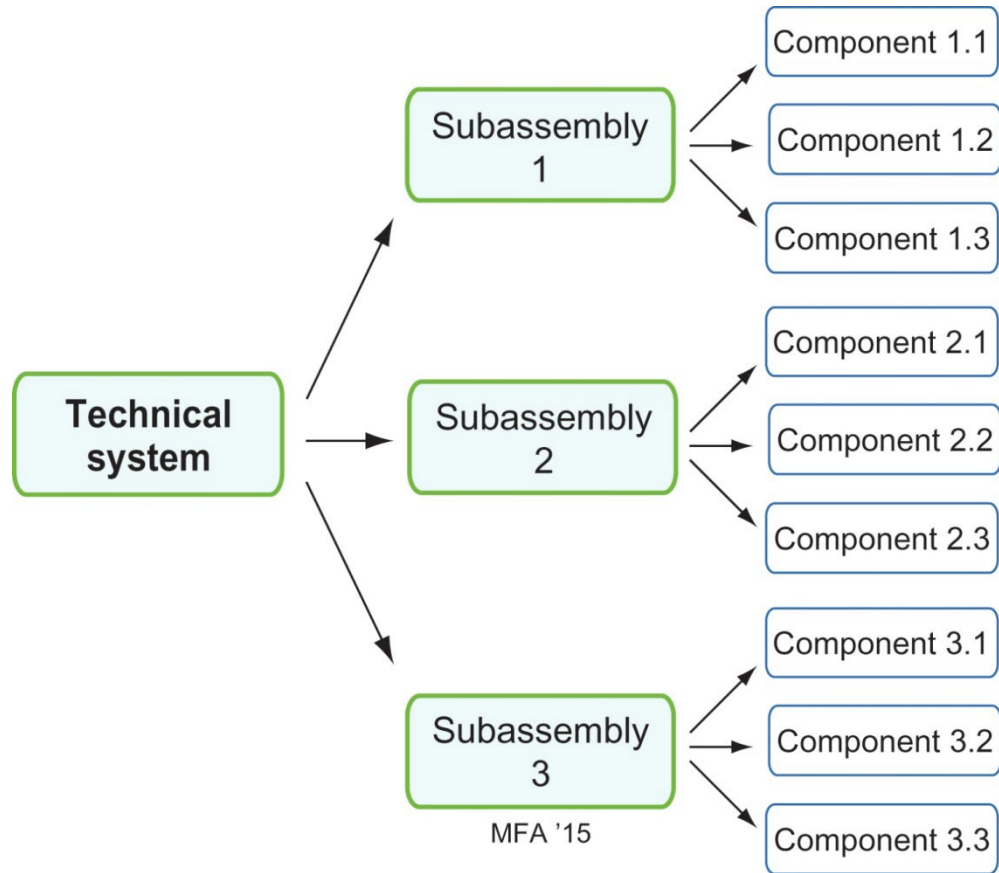
Το διάγραμμα ροής σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός ξεκινά από τον προσδιορισμό μιας ανάγκης της αγοράς, που διευκρινίζεται ως σύνολο απαιτήσεων σχεδιασμού, μέσω της σύλληψης, της ενσωμάτωσης και της λεπτομερούς ανάλυσης σε μια προδιαγραφή προϊόντος.

# Ανάλυση Τεχνικών Συστημάτων

---

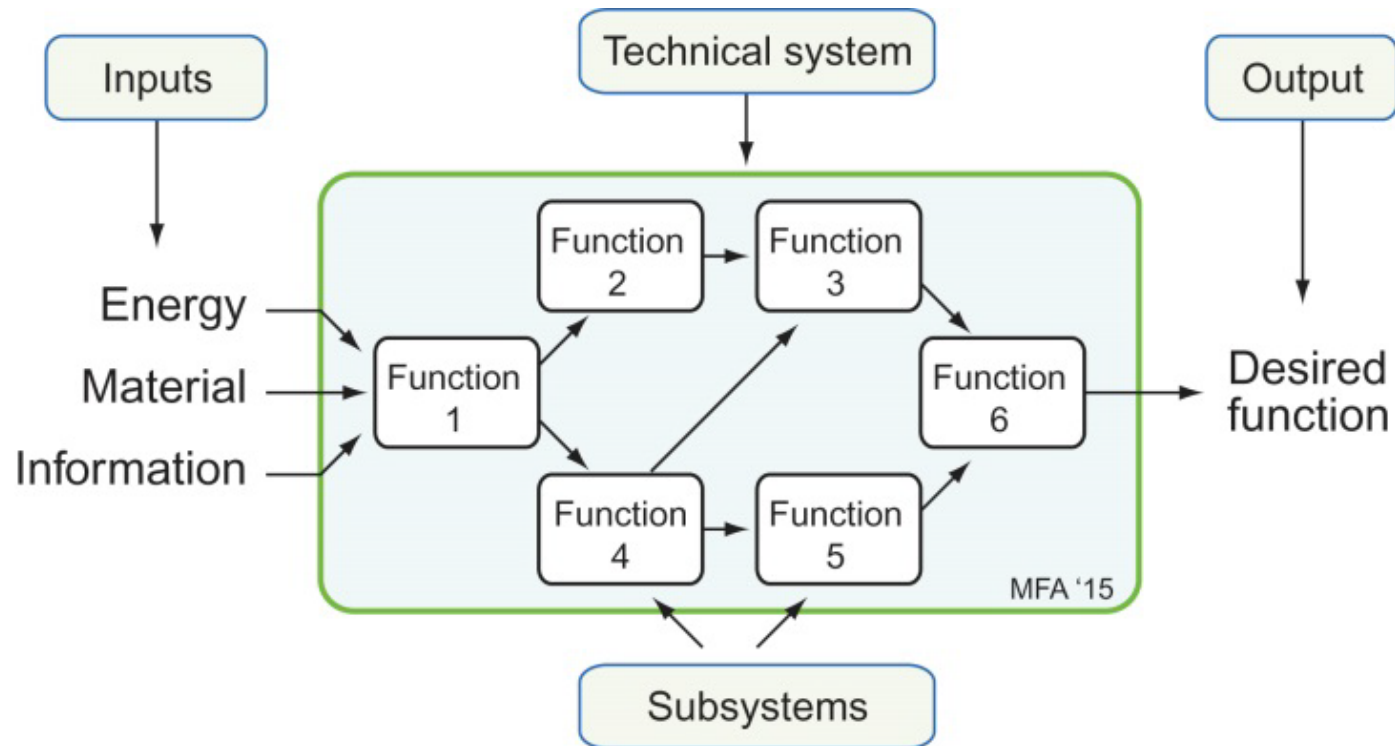


# Ανάλυση Τεχνικών Συστημάτων



Η ανάλυση ενός τεχνικού συστήματος ως ανάλυση σε assemblies και εξαρτήματα. Η επιλογή υλικού και διαδικασίας γίνεται σε επίπεδο εξαρτημάτων.

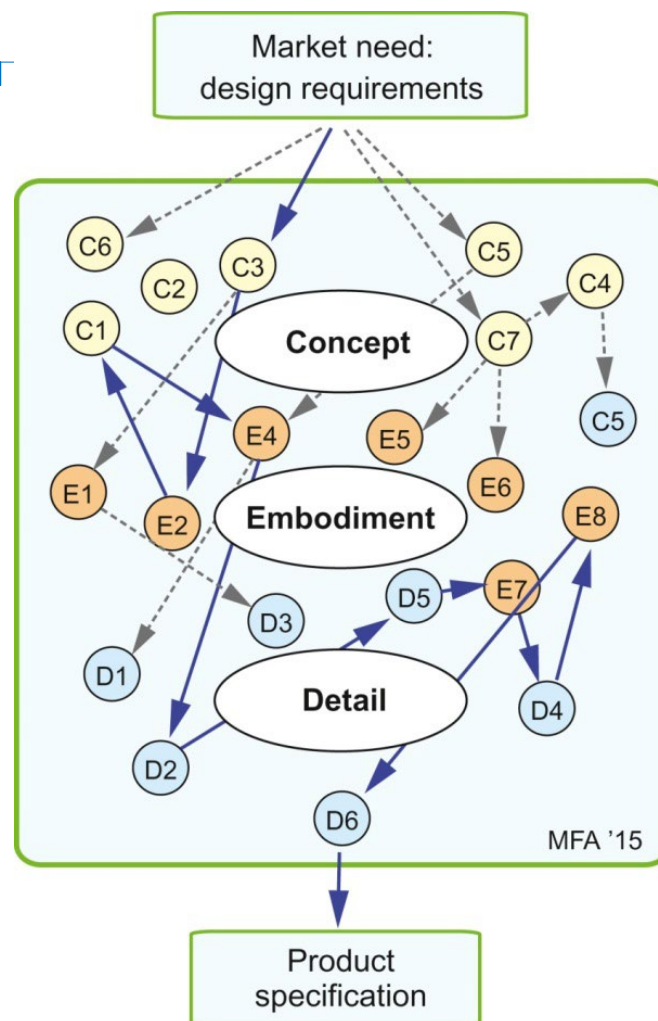
# Ανάλυση Τεχνικών Συστημάτων



Η λειτουργία-δομή είναι μια συστημική προσέγγιση στην ανάλυση ενός τεχνικού συστήματος, που θεωρείται ως μετασχηματισμός ενέργειας, υλικών και πληροφοριών (σημάτων). Αυτή η προσέγγιση, όταν επεξεργάζεται, βοηθά στη δομική σκέψη για εναλλακτικά σχέδια.

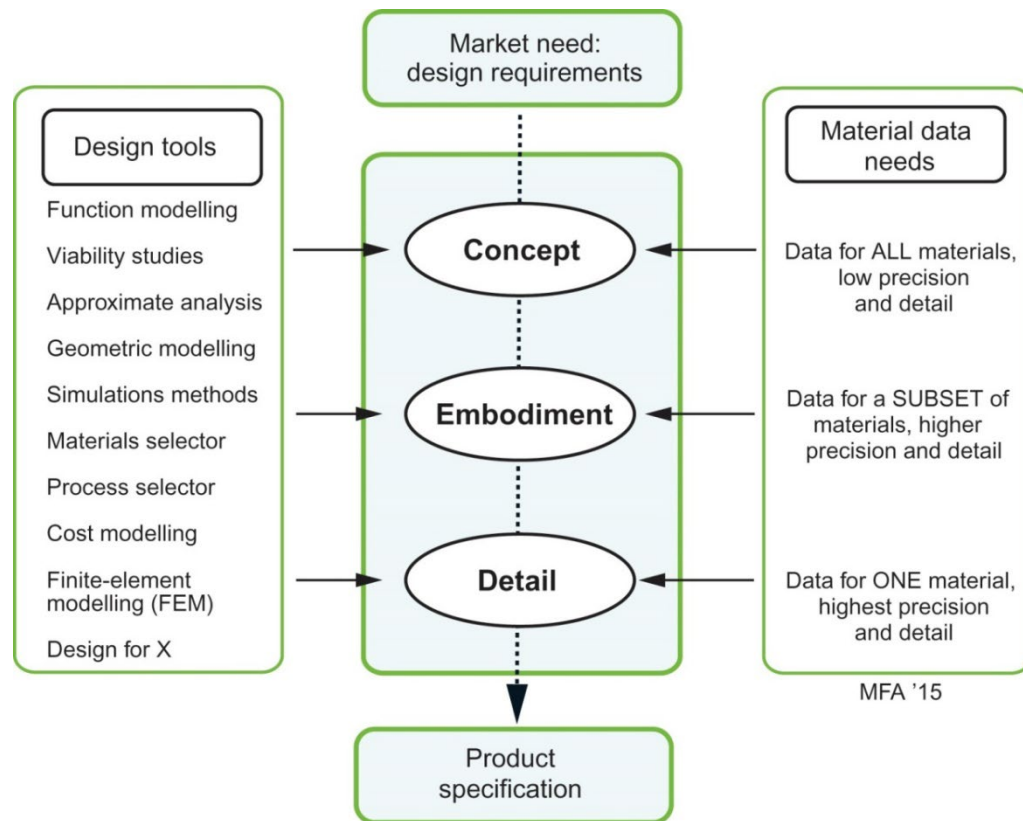
## Διάγραμμα ροής σχεδιασμού

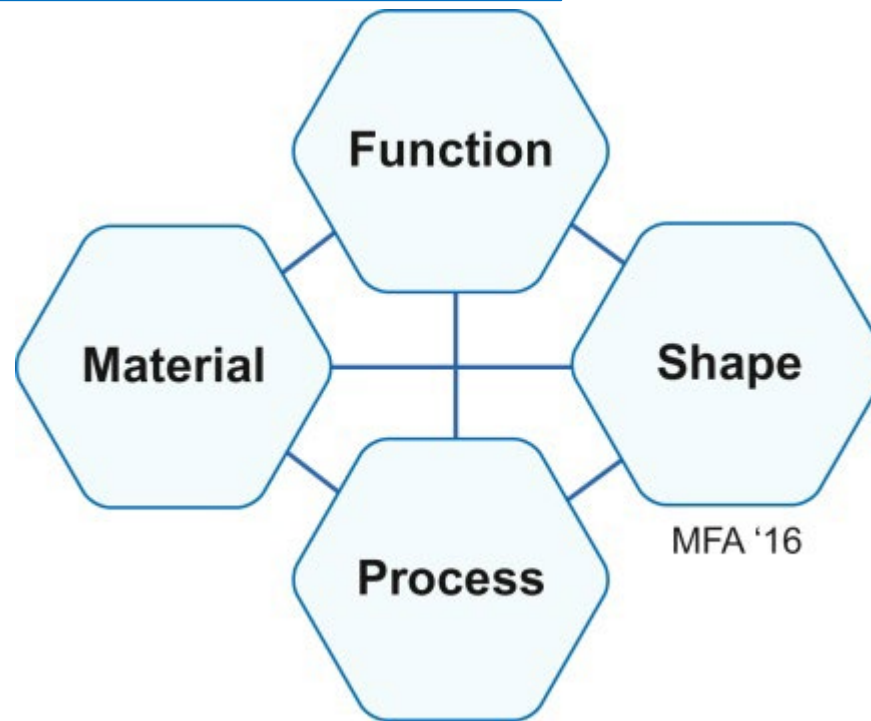
Η περίπλοκη διαδρομή του σχεδιασμού. Εδώ οι C-blobs αντιπροσωπεύουν έννοιες, οι E-blobs ενσαρκώσεις του C, και οι D-blobs λεπτομερείς υλοποιήσεις του Es. Η διαδικασία ολοκληρώνεται όταν μπορεί να προσδιοριστεί μια συμβατή διαδρομή από την «Ανάγκη» έως την «Προδιαγραφή». Είναι ένα ύπουλο μονοπάτι (η πλήρης μπλε γραμμή) με back-loops και αδιέξοδα (οι διακεκομμένες γραμμές).



# Διάγραμμα ροής σχεδιασμού

Το διάγραμμα ροής σχεδιασμού, που δείχνει πώς τα εργαλεία σχεδίασης και η επιλογή υλικών εισέρχονται στη διαδικασία. Οι πληροφορίες σχετικά με τα υλικά χρειάζονται σε κάθε στάδιο, αλλά σε πολύ διαφορετικά επίπεδα εύρους και ακρίβειας. Η επανάληψη είναι μέρος της διαδικασίας.





Το κεντρικό πρόβλημα των υλικών η αλληλεπίδραση μεταξύ λειτουργίας, υλικού, διαδικασίας και σχήματος.

# Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---

## Αρχικός Σχεδιασμός :

Το στάδιο του αρχικού σχεδιασμού περιλαμβάνει την εξέταση των παρακάτω :

- Εναλλακτικοί τρόποι λειτουργίας
- Τρόποι διαχωρισμού ή συνδυασμού υπολειτουργιών
- Επιπλοκές του κάθε τρόπου λειτουργίας στο κόστος και την απόδοση του προϊόντος

# Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---

## Ενδιάμεσος Σχεδιασμός :

Στο στάδιο του ενδιάμεσου σχεδιασμού εκτελούνται τα παρακάτω:

- Ανάλυση της λειτουργίας του προϊόντος
- Διαστασιολόγηση των εξαρτημάτων
- Επιλογή υλικών για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία του προϊόντος στις απαιτούμενες συνθήκες (τάσεις, θερμοκρασίες, περιβάλλον κτλ)

# Η Διαδικασία του Σχεδιασμού

---

## Τελικός (Λεπτομερής) Σχεδιασμός :

Το στάδιο του τελικού σχεδιασμού είναι το κρίσιμότερο, περιλαμβάνει δε τα εξής:

- Καθορισμός προδιαγραφών του κάθε εξαρτήματος
- Αναγνώριση των κρίσιμων εξαρτημάτων του προϊόντος και λεπτομερής υπολογισμός αυτών με διάφορα μέσα (π.χ. Πεπερασμένα στοιχεία)
- Βελτιστοποίηση εξαρτημάτων και ομάδων εξαρτημάτων (assemblies), με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του προϊόντος
- Ακριβής καθορισμός της παραγωγικής διαδικασίας
- Κοστολόγηση του προϊόντος

# Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη της Ηλεκτρικής Σκούπας

---

## **Καταναλωτική Ανάγκη:**

Μία συσκευή που αφαιρεί τη σκόνη από τα χαλιά στο σπίτι

## **Αρχικός σχεδιασμός:** επιλογή αρχής λειτουργίας

- Αναρρόφηση της σκόνης μέσω δημιουργίας κενού
- Φύσημα της σκόνης με πεπιεσμένο αέρα
- Ηλεκτροστατική συλλογή της σκόνης
- Βούρτσισμα

# Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη της Ηλεκτρικής Σκούπας

---

**Διάκριση κατά λειτουργίες :** απαιτούμενα υποσυστήματα

- Μία πηγή ενέργειας
- Μία αντλία κενού
- Ένα φίλτρο για τη συλλογή της σκόνης
- Ένας σωλήνας για την αναρρόφηση της σκόνης

**Ενδιάμεσος Σχεδιασμός :**

- Υπολογισμός απαιτούμενων ρυθμών ροής του αέρα
  - Σχεδιασμός αντλίας
  - Μορφή του φίλτρου
  - Διάμετρος και μήκος σωλήνα
- 
- Από τον ενδιάμεσο σχεδιασμό γίνεται η εκτίμηση των διαστάσεων, του βάρους , των απαιτήσεων σε ισχύ και της απόδοσης της σκούπας.

# Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη της Ηλεκτρικής Σκούπας

---

## Τελικός (λεπτομερής) σχεδιασμός:

- Χρησιμοποίηση τυποποιημένων εξαρτημάτων σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό
- Ανάλυση των μη τυποποιημένων εξαρτημάτων (π.χ έλικα)
- Καθορισμός της παραγωγικής διαδικασίας για κάθε εξάρτημα
- Βιομηχανικός σχεδιασμός -> χρώμα, υφή κτλ
- Πλήρη μηχανολογικά σχέδια, με ακριβείς προδιαγραφές κατασκευής

# Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη της Ηλεκτρικής Σκούπας

(a)



1905

(b)



1950

(c)



1985

(d)



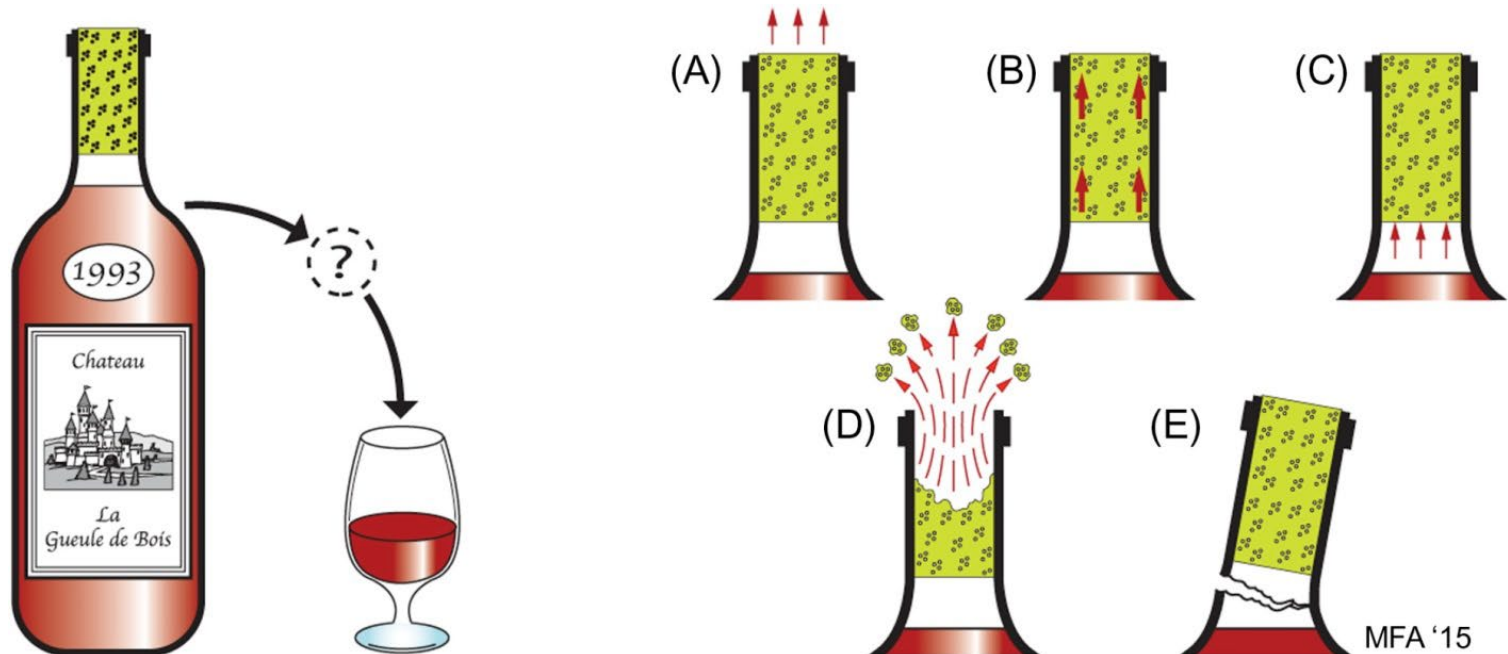
1997

## Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη τερμπουσόν

Αφαίρεσης φελλού: δεξιόστροφα  
από πάνω αριστερά: μοχλευμένη  
έλξη, έλξη με γρανάζια, πρόσφυση  
διάτμησης (ακούγεται περίεργο αλλά  
λειτουργεί) και αποβολή υπό πίεση  
(τώρα σπάνια οι κίνδυνοι είναι πολύ  
μεγάλοι).

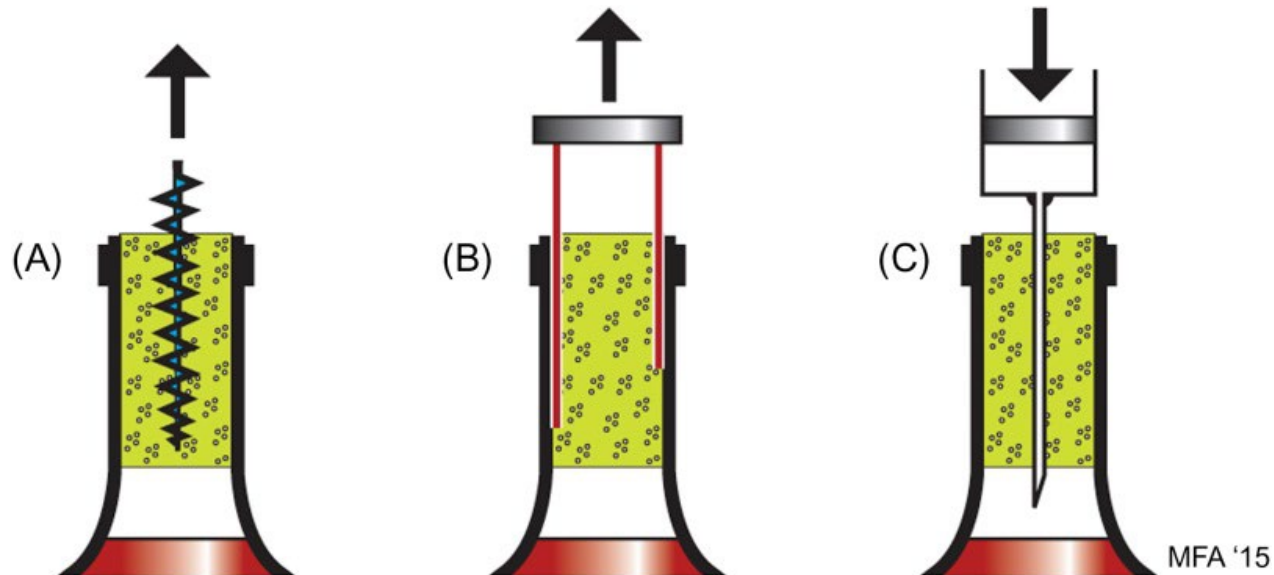


## Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη τερμπουσόν

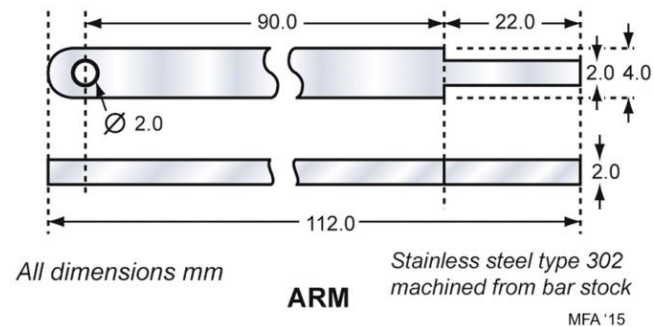
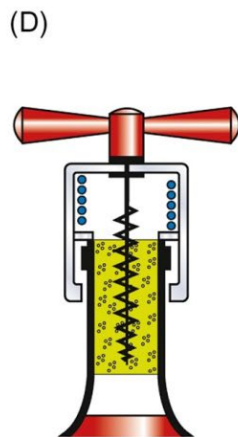
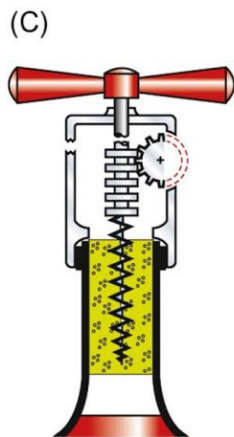
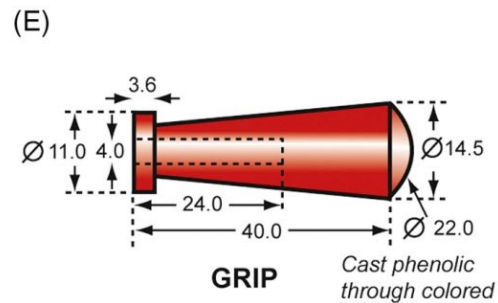
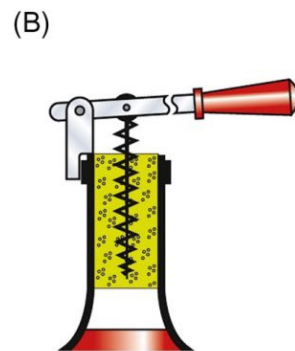
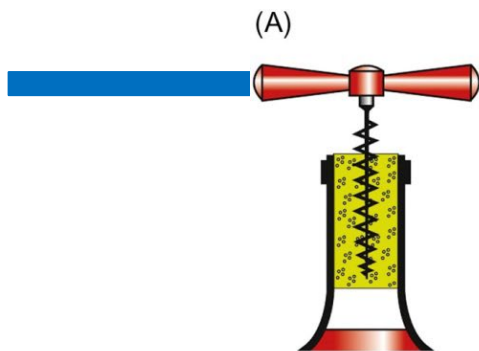


Αριστερά: η ανάγκη της αγοράς: αναζητείται μια συσκευή που επιτρέπει την πρόσβαση στο κρασί που περιέχεται σε φιάλη με φελλό. Δεξιά: πέντε πιθανές έννοιες, που απεικονίζουν φυσικές αρχές, για να καλύψουν την ανάγκη. (Α) αξονική έλξη, (Β) διατμητική έλξη, (Γ) πίεση από κάτω, (Δ) μείωση μεγέθους και (Ε) σπάσιμο.

## Μελέτη : Σχεδιασμός και Εξέλιξη τερμπουσόν



Αρχές εργασίας για την εφαρμογή των τριών πρώτων εννοιών.



Αριστερά: ενσωματώσεις (A) άμεση έλξη. Β) έλξη υποβοηθούμενη από μοχλό· γ) έλξη με υποβοήθηση μετάδοσης· (D) έλξη υποβοηθούμενη από ελατήριο (ένα ελατήριο στο σώμα συμπιέζεται καθώς η βίδα οδηγείται στον φελλό). Δεξιά: λεπτομερής σχεδιασμός του μοχλού ενσωμάτωσης (E), με επιλογή υλικού.

# Model One

## Wine Needle

Made with stainless steel with a non-stick coating. Designed for hundreds of cork punctures.

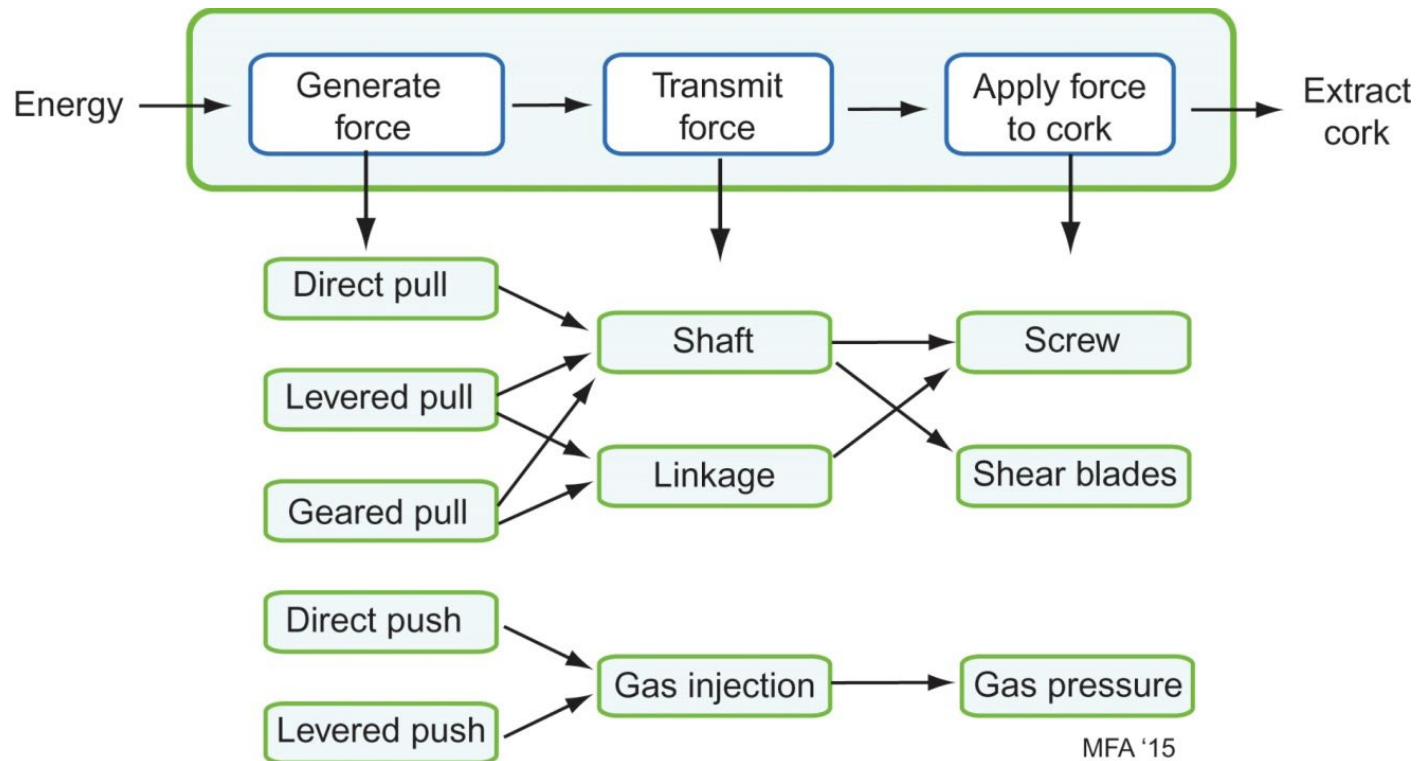
## SmartClamps™

Simply insert your Coravin System in a quick, firm push.

## Capsule Load Cell

Easily load Coravin Pure™ Capsules full of 100% pure Argon gas.

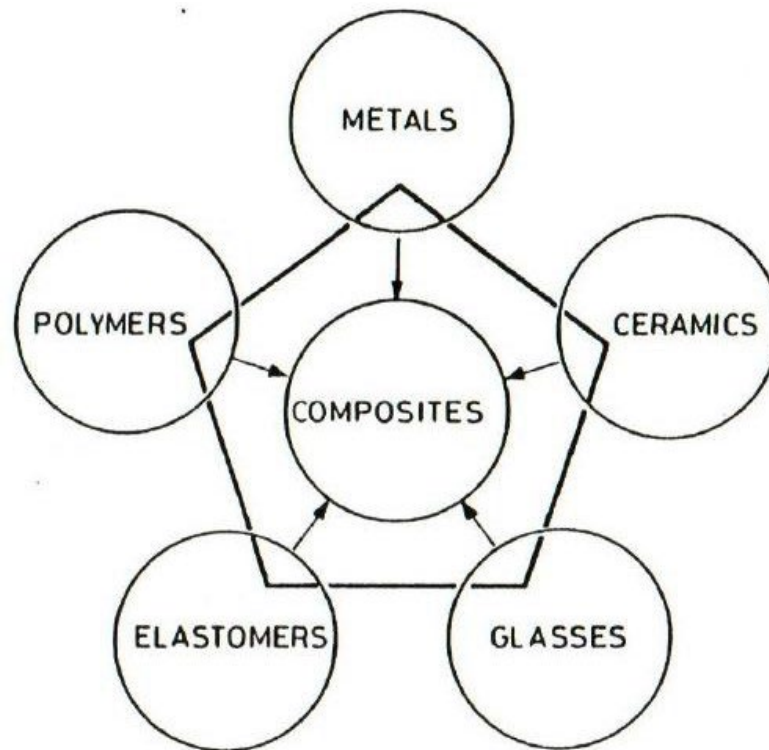




Η λειτουργία-δομή και οι αρχές λειτουργίας των αφάιρεσης φελλού.

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---



- Τα μέλη κάθε κατηγορίας παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά, όπως παρεμφερείς ιδιότητες, παρεμφερείς τρόπους κατεργασίας και, πολύ συχνά, χρησιμοποιούνται σε παρεμφερείς εφαρμογές.

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---

## Τα Μέταλλα και τα Κράματα

- Σχετικά υψηλό μέτρο ελαστικότητας -> αντοχή σε ελαστική παραμόρφωση, δυσκαμψία
- Δυνατότητα ισχυροποίησης (αύξησης της μηχανικής αντοχής) μέσω μηχανικής και θερμικής κατεργασίας
- Ολκιμότητα -> μεγάλη διαμορφωσιμότητα και αστοχία λόγω πλαστικής παραμόρφωσης πριν τη θραύση (yield before break)
- Υφίστανται κόπωση (όταν φορτίζονται με περιοδικό τρόπο)
- Παρουσιάζουν τη μικρότερη αντοχή σε διάβρωση απ' όλα τα υπόλοιπα είδη υλικών

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---

## Τα Κεραμικά και το Γυαλί

- Πολύ υψηλό μέτρο ελαστικότητας -> μεγάλη δυσκαμψία
- Μεγάλη ψαθυρότητα -> μικρή αντοχή σε σημεία συγκέντρωσης τάσεων (οπές, ρήγματα κ.α )
- Διατηρούν τη μηχανική τους αντοχή και σε υψηλές θερμοκρασίες
- Πολύ υψηλή αντοχή σε διάβρωση
- Μεγάλη σκληρότητα -> υψηλή αντοχή σε φθορά (κοπτικά εργαλεία, έδρανα ολισθήσεως και κυλίσεως, κ.α)
- Η μηχανική τους αντοχή εξαρτάται από τον όγκο του υλικού και το χρόνο για τον οποίο διαρκεί η φόρτιση
- Μικρή κατεργασιμότητα

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---

## Τα Πολυμερή και τα Ελαστομερή

- Χαμηλό μέτρο ελαστικότητας (~ 50 φορές μικρότερο από αυτό των μετάλλων)
- Σχετικά υψηλή μηχανική αντοχή, σχεδόν εφάμιλλη των μετάλλων -> μεγάλες ελαστικές παραμορφώσεις
- Υφίστανται ερπυσμό, πολλές φορές ακόμη και σε θερμοκρασία δωματίου
- Οι ιδιότητες τους εξαρτώνται πάρα πολύ από τη θερμοκρασία (πάνω από τους 200° C χάνουν ουσιαστικά την αντοχή τους)

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---

## Τα Πολυμερή και τα Ελαστομερή

- Υψηλός λόγος μηχανικής αντοχής/βάρος
- Μορφοποιούνται πάρα πολύ εύκολα
- Αντοχή σε διάβρωση
- Χαμηλοί συντελεστές τριβής

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---

## Τα Σύνθετα Υλικά

- Μικρό βάρος
- Υψηλό μέτρο ελαστικότητας
- Υψηλή μηχανική αντοχή, που εξαρτάται από τον τρόπο φόρτισης (παράλληλα ή κάθετα στις ίνες)
- Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάνω από τους 250° C, λόγω υποβάθμισης των ιδιοτήτων του πολυμερικού φορέα

# Οι Κατηγορίες των Μηχανολογικών Υλικών

---

## Τα Σύνθετα Υλικά

- Εξαιρετική απόδοση σε θερμοκρασία δωματίου
- Μορφοποιούνται και κατεργάζονται πολύ δύσκολα
- Πολύ υψηλό κόστος παραγωγής
- Η χρήση τους ενδείκνυται μόνο, όταν η βελτίωση της απόδοσης που προσφέρουν δικαιολογεί το υψηλό κόστος

# Κρίσιμες Ιδιότητες Σχεδιασμού

---

- Γενικές
- Μηχανικές
- Θερμικές
- Φθοράς
- Διάβρωσης/ Οξείδωσης

# Κρίσιμες Ιδιότητες Σχεδιασμού

| <u>Κατηγορία</u> | <u>Ιδιότητα</u>                                                | <u>Σύμβολο</u> | <u>Μονάδες</u>       |
|------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------------|
| Γενικές          | Σχετικό κόστος (relative cost)                                 | $C_R$          | -----                |
|                  | Πυκνότητα (density)                                            | $\rho$         | Mg/m <sup>3</sup>    |
| Μηχανικές        | Μέτρο ελαστικότητας (elastic modulus)                          | E, G, K        | GPa                  |
|                  | Αντοχή σε πλαστική παραμόρφωση (yield strength)                | $\sigma_f$     | MPa                  |
|                  | Δυσθραυστότητα (fracture toughness)                            | $K_{Ic}$       | MPa m <sup>1/2</sup> |
|                  | Συντελεστής απόσβεσης (damping capacity)                       | $\eta$         | -----                |
|                  | Λόγος κόπωσης (fatigue ratio)                                  | f              | -----                |
| Θερμικές         | Θερμική αγωγιμότητα (thermal conductivity)                     | $\lambda$      | W/(m K)              |
|                  | Θερμοδιαχυτότητα (thermal diffusivity)                         | $\alpha$       | m <sup>2</sup> /sec  |
|                  | Ειδική θερμότητα (specific heat)                               | $C_p$          | J/(Kg K)             |
|                  | Θερμοκρασία τήξης (melting temperature)                        | $T_m$          | K                    |
|                  | Θερμοκρασία “υάλωσης” (glass temperature)                      | $T_g$          | K                    |
|                  | Συντελεστής θερμικής διαστολής (thermal expansion coefficient) | $\alpha$       | K <sup>-1</sup>      |
|                  | Αντοχή σε θερμικά σοκ (thermal shock resistance)               | $\Delta T$     | K                    |
|                  | Αντοχή σε ερπυσμό (creep resistance)                           | -----          | -----                |
| Φθοράς           | Σταθερά φθοράς Archard (Archard wear constant)                 | $K_A$          | MPa <sup>-1</sup>    |
| Διάβρ./Οξειδ.    | Παραβολική σταθερά ρυθμού οξειδωσης (parabolic rate constant)  | $K_p$          | m <sup>2</sup> /sec  |